

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO CON LA ESTACIÓN TOTAL Y EL DRONE EN EL
TRAMO DE LA CARRETERA CASERÍO LOS QUISPES AL C.P. LA
GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE
CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR
MAYCOL ROY GUEVARA DIAZ**

**ASESOR
ANGEL ALBERTO LORREN PALOMINO
<https://orcid.org/0000-0002-6432-3453>**

Chiclayo, 2021

**COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO CON LA ESTACIÓN TOTAL Y EL DRONE EN EL
TRAMO DE LA CARRETERA CASERÍO LOS QUISPES AL C.P. LA
GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE
CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

PRESENTADO POR:
MAYCOL ROY GUEVARA DIAZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Lino Alcibiades Gayoso SantaCruz
PRESIDENTE

Juan Ignacio Luna Mera
SECRETARIO

Angel Alberto Lorren Palomino
VOCAL

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a:

Mi hija Abigail, quien me inspiro a seguir a delante sin importar los obstáculos que pueda encontrarme. Eres el principal motivo por el que sigo adelante con mucha más fuerza. Eres una bendición que Dios me pudo conceder en mi vida.

A mis padres, que me apoyaron incondicionalmente en el trayecto de esta etapa tan importante. Por su comprensión, sacrificio y amor que me dedicaron para poder seguir adelante. Son mis raíces en esta vida.

A mis hermanos, quienes estuvieron presente durante toda esta etapa apoyándome psicológica como moralmente.

A mis amigos, por darme su apoyo moral y aliento en seguir adelante. Es especial a mi amigo que me guía desde el cielo, esto lo hubiéramos logrado juntos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme las fuerzas en seguir adelante y ponerme unas personas maravillosas a mí alrededor. Sin ti no hubiera sido posible llegar hasta aquí y seguirás siendo un impulso en seguir adelante porque esto no termina aquí, en realidad esto es el comienzo de una nueva etapa.

Agradezco infinitamente a mis padres que me apoyaron a conseguir mi sueño, sin ellos no hubiera sido posible.

ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Antecedentes del problema.....	13
2.2 Bases teóricas científicas.....	20
2.3 Definición de términos básicos.....	24
2.3.1 Precisión.....	24
2.3.2 Topografía.....	25
2.3.3 Levantamiento topográfico.....	25
2.3.4 Tipos de topografías.....	25
2.3.5 Tipos de levantamientos.....	26
2.3.6 Fotogrametría.....	27
2.3.7 Principios de la fotogrametría.....	27
2.3.8 Cámara.....	29
2.3.9 Escala de la fotografía.....	29
2.3.10 GSD y altura de vuelo.....	30
2.3.11 Solapamiento de imágenes.....	31
2.3.12 Resolución de imágenes.....	32
2.3.13 Iluminación y sombras.....	32
2.3.14 Puntos de control.....	33
2.3.15 Nube de puntos.....	34
2.3.16 Malla.....	34
2.3.17 Índice KP.....	35
2.3.18 Software.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1 Tipos y nivel de investigación.....	38
3.2 Diseño de investigación.....	38
3.3 Población, muestra, muestreo.....	39
3.4 Operacionalización de variables.....	39
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.6 Plan de procesamiento y análisis de datos.....	42
3.7 Procedimientos.....	43
3.8 Matriz de consistencia.....	53
3.9 Consideraciones éticas.....	54
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54

4.1	Nube de puntos proporcionada por la aerofotografía del Drone	54
4.2	Comparación de Coordenadas y cotas	55
4.3	Tipo de equipo que se acondiciona mejor en el área de estudio.....	57
4.4	Análisis de costo en levantamientos topográficos	57
4.5	. Análisis de tiempo en levantamientos topográficos	59
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	RECOMENDACIONES	63
VII.	REFERENCIAS	64
VIII.	ANEXOS.....	65
	ANEXO N°1. ACTIVIDADES Y PREVISIÓN DE RECURSOS	65
	ANEXO N°2. DOCUMENTOS PARA PERMISOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	68
	ANEXO N°3. INFORMACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	73
	ANEXO N°4. CORRECCION DE COTAS Y POLIGONAL DE APOYO.....	74
	ANEXO N°5. GRÁFICOS DE RESULTADOS DE ENCUESTA	88
	ANEXO N°6: FIGURAS ILUSTRATIVAS	92
	ANEXO N°7: PANEL FOTOGRÁFICO	95
	ANEXO N°8: FICHA TECNICA DE VUELO CON DRONE	102
	ANEXO N°9: PROCEDIMIENTO DEL CALCULO DE LA PRECISIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL Y DRONE.....	103
	ANEXO N°10: PLANOS	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias de cotas entre la topografía convencional y la del Drone	14
Tabla 2. Tabla de variables del vuelo.....	15
Tabla 3. Volúmenes del tramo de carretera en análisis	16
Tabla 4. Tabla de exactitudes de las categorías de cartografía.	17
Tabla 5. Cálculos de volumen por el método de fotogrametría	19
Tabla 6. Cálculos de volumen por el método directo.....	19
Tabla 7. Resumen de coordenadas corregidas. Poligonal 1	44
Tabla 8. Resumen de coordenadas corregidas. Poligonal 2.	44
Tabla 9. Tabla de comparación de puntos de control entre la Estación Total y el Drone	55
Tabla 10. Precisión de los puntos de comparación entre Estación Total y DRONE	56
Tabla 11. Análisis de costos de levantamiento topográfico con Estación Total y Drone según el tiempo de trabajo	58
Tabla 12. Comparación de precios entre ambos levantamientos	58
Tabla 13. Comparación de alquiler de equipos	59
Tabla 14. Relación de tiempos	59

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Alturas de vuelo en terreno escarpado	14
Ilustración 2. Representación de una nivelación cerrada	26
Ilustración 3. Representación de un levantamiento topográfico de nivelación abierta	27
Ilustración 4. Visión estereoscópica natural.....	28
Ilustración 5. Visión estereoscópica artificial.....	28
Ilustración 6. Principio estereoscópico artificial de la Fotogrametría.....	28
Ilustración 7. Interpretación del GSD.....	30
Ilustración 8. Distorsión por de la imagen por altura de vuelo	31
Ilustración 9. Solapamiento de imágenes	31
Ilustración 10. Resoluciones de cámaras 12mp vs 20mp.....	32
Ilustración 11. Sombras ocasionadas por el posicionamiento del sol.....	33
Ilustración 12. Puntos de control en el terreno.....	33
Ilustración 13. Forma de marcar un punto de control	34
Ilustración 14. Nube de puntos.....	34
Ilustración 15. Malla de puntos proporcionada por la nube de puntos.....	35
Ilustración 16. Optimalización de puntos fuera del terreno	35
Ilustración 17. Hito de concreto BM9.....	43
Ilustración 18. Punto de control en campo para el Drone (100cmx100cm).....	45
Ilustración 19. Características del vuelo con el Drone.....	46
Ilustración 20. Nube de puntos densa en calidad alta, procesadas	54
Ilustración 21. Características del procesamiento de imágenes con el programa Agisoft.	60

RESUMEN

El proyecto consiste principalmente en la comparación de precisión de un levantamiento topográfico con Estación Total y con Drone en el tramo de la carretera Cas. Los Quispes al C.P. La Granja. Donde la orografía que presenta esta carretera es accidentada más una vegetación intermedia. Como objetivos que desarrollaran la presente investigación es la determinación del grado de confiabilidad que proporciona el levantamiento topográfico con Drone, También, se determinará qué tipo de equipo se acondiciona mejor en el tramo de carretera que se está estudiando, determinar qué equipo es más económico y cual demanda más tiempo en hacer el levantamiento topográfico. Se planteará puntos de control cada 250 metros aproximadamente con la finalidad de obtener una mejor precisión. Estos puntos de control se tomarán con la estación total. Además, los diversos puntos tomados con el equipo de alta precisión se dejarán remarcado para su posterior comparación con el Drone

Palabras clave: Comparación de precisión, levantamiento topográfico con Drone, estación total, carretera, puntos de control.

ABSTRACT

The project will consist mainly of the comparison of topographic survey accuracy with the Total Station ES 105 and with Drone Phantom 4 pro on the section of the Cas road. Los Quispes al C.P. La Granja. Where the orography presents this rugged road plus an intermediate vegetation. As objectives that developed the present research is the determination of the degree of reliability that provides the topographic survey with Drone, It will also determine which type of equipment is best equipped on the road section under consideration, which equipment is cheaper and which requires more time to survey. Control points will be considered every 250 metres approximately in order to obtain better accuracy. These checkpoints will be taken with the total station. In addition, the various points taken with the high precision equipment will be highlighted for later comparison with the drone.

keywords: Precision comparison, surveying with drone, total station, road, checkpoints.

I. INTRODUCCIÓN

Posiblemente nos hemos dado cuenta que en más de una ocasión la mayoría de las cosas que están a nuestro alrededor se han hecho específicamente para facilitarnos enormemente, de una forma u otra, nuestra vida diaria. Pero, alguna vez nos hemos preguntado: ¿Cómo se relacionan estas invenciones con la ingeniería? Aunque no lo creamos, muchas de las aportaciones y descubrimientos que han permitido que vivamos rodeado de tantos aparatos tan útiles, llegaron gracias a la ingeniería. [1]

La topografía no se ha quedado atrás a estos avances tecnológicos. Existe nuevos equipos que facilitan el trabajo de la topografía y uno de estos equipos que está en desarrollo son los levantamientos topográficos con Drone o también llamados de forma técnica Fotogrametría.

La falta de uso del Drone en el área de la topografía es por la falta de conocimiento. En gran mayoría los levantamientos topográficos que se brinda por parte del profesional utilizando un equipo convencional ocasiones a veces problemas de falta de datos o descripciones en los puntos, ocasionando problemas mayores en cualquier obra donde requiera el uso de topografía, (Ver anexo 6.3).

Si bien es cierto, la estación total ha revolucionado enormemente en el campo de la topografía, pero no ha logrado cubrir todas las necesidades. El acceso es un problema imprescindible que se presenta en zonas de sierra, selva o incluso de costa donde el relieve del terreno no facilita que el prismo o el topógrafo puede puedan desplazarse a comodidad pudiendo ocasionar accidentes materiales y de personas. (Ver anexo 6.4 y 6.5)

Cada ingeniero debe definir qué tipo de precisión es que se requiere para poder optimizar tiempos y por ende costos. Los levantamientos topográficos con Drone pueden optimizar costo y tiempo, pero cada ingeniero civil debe definir qué tipo de precisión requiere para así optimizar al máximo factores ya mencionados. [2]

El tramo de estudio va a ser de 2+461 km entre el C.P La Granja y el Cas. Los Quispes en donde se realizará un levantamiento con nivel para tener más precisión en las cotas de los BMs como en los puntos de comparación. Posteriormente se empezará a radiar con la estación total con poligonales cerradas con longitudes aproximadas de 1km. Posteriormente, se ara la aerofotografía con el Drone con puntos de control cada 500m aproximadamente. Los puntos de comparación nos servirán para hacer las comparaciones respectivas de ambas topografías y

analizarlo, viendo si pasa o no los parámetros establecidos. Así como también, se realizará comparaciones de secciones transversales como longitudinales.

La presente investigación se está elaborando con el objetivo de comparar la precisión de un levantamiento topográfico con la Estación Total y el Drone en un pequeño tramo de vía de trocha carrozable. La cual, presenta pendientes onduladas, semi-onduladas y plana con una vegetación moderadamente densa y vegetación baja en algunos tramos. En donde se compararon puntos topográficos con los puntos que proporciona la nube de puntos de la fotogrametría.

Para concluir, los objetivos a desarrollar será determinar a través del software Agisoft la nube de puntos proporcionada por la aerofotografía del Drone. Comparar las coordenadas y cotas de los puntos tomados con la Estación Total, el Nivel y el Drone en el tramo de la carretera Cas. Los Quispes al C.P. La Granja. Determinar qué tipo de equipo se acondiciona mejor para hacer el levantamiento topográfico en el tramo de carretera Cas. Los Quispes al C.P La granja. Determinar cuál de los equipos es más económicos para hacer levantamiento topográfico en el tramo de carretera Cas. Los Quispes al C.P La Granja Y por último determinar el equipo que demanda más tiempo en hacer un levantamiento topográfico en el tramo de carretera Cas. Los Quispes al C.P La granja.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Los antecedentes que se investigó para este presente proyecto denominado “Comparación de precisión de levantamiento topográfico con la estación total y el Drone en el tramo de la carretera del tramo caserío Los Quispes al C.P. La Granja del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento Cajamarca” son los siguientes:

Tesis de pregrado internacional: **IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA EN REHABILITACIÓN SECTOR TULUÁ – RIO FRIO. COLOMBIA, 2015.**

La vía que se está analizando se ubicado en el Departamento del Valle del Cauca y corresponde al corredor vial nacional “Panorama”. La vía está compuesta por dos carriles, uno en cada sentido, con un ancho de carril de 7m entre los dos carriles y una longitud aproximada de 12.67Km.

Los puntos georreferenciados son cada 2.5km determinados en modo estático con tiempo de captura de 5 segundos y con sesiones no inferiores a 1 hora de rastreo. Para la nivelación utilizaron BMs cada 500m.

Para el presente estudio se emplearon para el levantamiento topográfico poligonales por el método de ángulos Observados. Se determinó una precisión de 1:10 000 como el valor mínimo permisible, adecuado para este tipo de trabajos.

Utilizan el Drone de ala fija Modelo eBee con una altura de vuelo de 150m y con un traslado de 80 – 75%. Para el procesa de datos utilizan el programa Postflight Terra 3D-EB.

En la tabla que se muestra hace una comparación de los puntos de la topografía convencional y el Drone dando una diferencia máxima de cotas de 90mm y una minina de 3mm (en altimetría) como se muestra a continuación:

Tabla 1. Diferencias de cotas entre la topografía convencional y la del Drone

PUNTO N°	COTATOPOGRAFIA CONVENCIONAL	COTA TOPOGRAFIA DRONE	DIFERENCIA DE COTAS
1	934.500	934.497	0.003
2	932.000	932.018	-0.018
3	929.000	929.028	-0.028
4	932.500	932.465	0.035
5	933.500	933.496	0.004
6	930.000	930.035	-0.035
7	934.500	934.590	-0.090
8	941.000	940.944	0.056

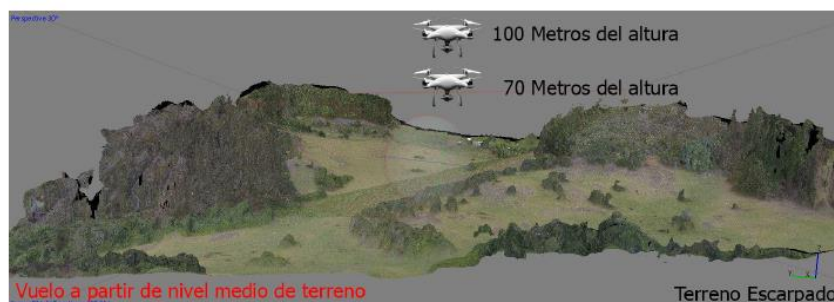
Fuente. Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tuluá – Rio Frio

Legando a la conclusión que las cotas se encuentran en un rango entre 0.003 m y 0.09 m, estas comparaciones se realizaron con respecto a los estudios realizados por el método de aerotransportador Drone y el método convencional de topografía, en el entendido que estas diferencias se encuentran en un rango permisible para efecto de los estudios a adelantar.

Tesis de pregrado: **EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN GENERADA CON RPAS- (REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM), COLOMBIA, 2018**

Busca determinar la manera adecuada para realizar vuelos fotogramétricos empleando un Drone multirrotor, el cual posee una cámara y un sistema de toma de fotografías, lo que permite la producción de un orto mosaico; para ello, se realizaron 16 vuelos en cuatro terrenos (4 por cada tipo de terreno) con condiciones topográficas distintas, alternando la altura (70 a 100m) y el traslapo de las imágenes (80 – 90%).

Ilustración 1. Alturas de vuelo en terreno escarpado



Fuente. Evaluación de la precisión de resultados obtenidos con el procesamiento de información generada con RPAS

Utilizan estadística para el cálculo de los resultados entre ellos se encuentra el análisis de varianza ANOVA, que es una prueba paramétrica que requiere una serie de valores para ser aplicada correctamente, esta prueba sirve para estudiar las dispersiones o varianzas de los grupos, además de estudiar sus medias y la posibilidad de crear subconjuntos de grupos con medias iguales. Además, utilizan el Test de Tukey se utiliza en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error por familia en un nivel especificado.

Los terrenos de estudio que empleo esta investigación fueron los siguientes: Terreno escarpado, Terreno montañoso, Terreno urbano y Terreno plano.

Tabla 2. Tabla de variables del vuelo

Terreno	VARIABLES DE VUELO	Orto mosaicos
Terreno escarpado	Altura 100 m - Traslazo 80%	9 puntos de control
		5 puntos de control
		4 puntos de control
		3 puntos de control
	Altura 100 m - Traslazo 90%	9 puntos de control
		5 puntos de control
		4 puntos de control
		3 puntos de control
	Altura 70 m - Traslazo 80%	9 puntos de control
		5 puntos de control
		4 puntos de control
		3 puntos de control
Altura 70 m - Traslazo 100%	9 puntos de control	
	5 puntos de control	
	4 puntos de control	
	3 puntos de control	

Fuente. Fuente. Evaluación de la precisión de resultados obtenidos con el procesamiento de información generada con RPAS

Después de un análisis los resultados para cada terreno se observó que la desviación estándar en planimetría varía entre 6 milímetros a 26 milímetros, mientras que las variaciones estándar en altimetría son más homogéneas o se asemejan más, está en promedio 43 milímetros a aceptación en terreno urbano cuya desviación estándar está en 15 milímetros

En los vuelos realizados se obtuvo mejor resultado en las alturas de vuelo de 70 metros, es decir, la más baja altura que se ha realizado para esta investigación. Esto demuestra que la

resolución de la imagen es muy importante para obtener resultados más precisos. También, el traslapo que mejor se adapta al resultado obtenido es del 90%, esto se repite en cada terreno analizado, lo que indica que, a mayor traslapo, mejor resultado.

Indica como recomendación que no es recomendable el uso de este equipo Dron para obtener modelos precisos de edificaciones, en las pruebas realizadas, se pudo observar que las estructuras se deforman.

Tesis de pregrado: “USO DE CUATRO MÉTODOS TOPOGRÁFICOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS CON EL OBJETO DE EVALUAR LA PRECISIÓN Y COSTOS DE CADA UNO. CASO REAL TALUDES DE LA VÍA E35 COLIBRÍ – PIFO, SECTOR KM 20 – KM 24. QUITO”, ECUADOR, 2018

En esta tesis tratan de ver cuál de los cuatro métodos es el más eficaz para obtener datos precisos en un avance de obra o movimiento de tierras tomando en cuenta la rapidez y precio. Estos equipos fueron la Estación Total, GPS RTK GPS RTK Stonex S10, Scanner Laser Stonex X300 y el Drone Phantom 4 Pro.

La conclusión que llega es que el Drone arrojó un mayor volumen neto y por ende fue el menos preciso, así como se denota en la siguiente tabla:

Tabla 3. Volúmenes del tramo de carretera en análisis

RESTITUCION VS /VOLUMENES(m3)	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN NETO
ESTACION TOTAL	458582.59	441107.74	17474.85
RTK	459850.02	444856.63	14993.39
SCANNER LASER	447757.04	458397.46	10640.42
DRONE	296237.56	746537.36	450299.8

Fuente. Uso de cuatro métodos topográficos de recolección de datos con el objeto de evaluar la precisión y costos de cada uno. caso real taludes de la vía e35 Colibrí – Pifo, sector km 20 – km 24

Esto se puede dar por la faja, por la densidad de la nube y todos los ruidos que se provocan en el momento de levantar la información.

Hace una comparación de un punto de georreferenciación entre la Estación Total y el GPS RTK.

Cota (m)	Dirección
0.494	Este (X)
0.612	Sur (Y)
0.78649857	Resultante

Basado en los documentos de “Especificaciones técnicas para la realización de trabajos de control, topografía, cartografía y sistemas de información geográfica en proyectos de agua potable y saneamiento -versión 1.0.”

Se puede ver las precisiones con la cual se manejan proyectos ya definitivos en el Distrito metropolitano de Quito y las diferencias entre las distancias que observamos en la conclusión son aceptables.

Tabla 4. Tabla de exactitudes de las categorías de cartografía.

Tabla No.3. Exactitud de las categorías de cartografía							
Escala	Exactitud horizontal (m)			Exactitud vertical (m)			
	Clase A (1)	Clase B (2)	Clase C (3)	Clase A (4)	Clase B (5)	Clase C (6)	
Escala grandes	1:50	0,015	0,025	0,040	0,0125	0,025	0,0375
	1:100	0,030	0,050	0,080	0,0250	0,050	0,075
	1:250	0,075	0,125	0,200	0,0625	0,125	0,1875
	1:500	0,150	0,250	0,400	0,125	0,250	0,375
	1:1 000	0,300	0,500	0,800	0,250	0,500	0,750
	1:2 500	0,750	1,250	2,000	0,625	1,250	1,875
	1:5 000	1,500	2,500	4,000	1,250	2,500	3,750
1:10 000	3,000	5,000	8,000	2,500	5,000	7,000	
Series nacionales	1:25 000	7,500	12,500	20,000	5,000	10,000	15,000
	1:50 000	15,000	25,000	40,000	10,000	20,000	30,000
	1:100 000	30,000	50,000	80,000	25,000	50,000	75,000
	1:250 000	75,000	125,000	200,000	50,000	100,000	150,000

(1): La posición horizontal del 90% de los puntos no diferirá de la posición verdadera en más de 0,3 mm por el denominador de escala.

(2): La posición horizontal del 90% de los puntos no diferirá de la posición verdadera en más de 0,5 mm por el denominador de escala.

(3): La posición horizontal del 90% de los puntos no diferirá de la posición verdadera en más de 0,8 mm por el denominador de escala.

(4): La posición vertical del 90% de los puntos no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{4}$ del intervalo de curva de nivel.

(5): La posición vertical del 90% de los puntos no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{5}$ del intervalo de curva de nivel.

(6): La posición vertical del 90% de los puntos no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{6}$ del intervalo de curva de nivel.

Fuente. Uso de cuatro métodos topográficos de recolección de datos con el objeto de evaluar la precisión y costos de cada uno. caso real taludes de la vía e35 Colibrí – Pifo, sector km 20 – km 24

Como se puede ver en el informe presentado por el software de postproceso del dron el error en unión de fotos es de 0.342 m en los 3 km en total y lo permitido de acuerdo a las normas con las que se está realizando esta disertación es de 0.3m por cada kilómetro lo cual nos dice que los puntos de control fueron adecuadamente controlados para que la nube de puntos sea creada adecuadamente.

Tesis de pregrado: “**DETERMINAR EL GRADO DE CONFIABILIDAD DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON EN LA PLAZA SAN LUIS. CHIMBOTE – PERU, 2017**”

Esta tesis fue desarrollada por S. VARGAS en la Plaza de San Luis donde realiza 5 vuelos con un Drone de la empresa DJI modelo Phantom con 7 puntos de control. Llega a la conclusión de que la precisión promedio de los puntos de control son: en el norte 1/128 788 378 562, en el este 1/10 802 906 988 y en la cota 1/311 843; los cuales superan la tolerancia de 1/20 000 que dicta el Instituto de Estadística y Geografía de México, por lo que se concluye que tiene una buena precisión.

En la “Tabla 7. Promedio de los Puntos de Control del Dron y Diferencias con respecto a los Puntos de la Estación Total” el rango en el que se encuentra las diferencias entre los datos obtenidos de la estación total con respecto al promedio de los valores obtenidos de los 3 vuelos, son como máximo de -4 mm y de 3 mm no supera de 5 mm de diferencia: los que se encuentra establecido en el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Perú, por lo cual se considera que tiene una buena exactitud.

Como recomendación indica que, las entidades o empresas consultoras que van a realizar un levantamiento topográfico con dron deben tener en cuenta los siguientes factores: el clima, la temperatura y el viento, porque afectan directamente al ejecutar la programación de vuelo del dron. Para cada uno de ellos, como el clima: la lluvia estropearía el dron y por ser electrónico este puede abreviarse, la iluminación del sol perjudica a la calidad de la foto, en este caso una recomendación apropiada es reducir el brillo al realizar las capturas de imágenes, con respecto a la temperatura, podrían recalentar el motor por la alta temperatura, en el caso del viento, desestabiliza a la cámara y como consecuencia las imágenes serán opacas o afectaría a la verticalidad de la cámara que es programada en gabinete”

Tesis de pregrado: **COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO LA FOTOGRAMETRÍA CON DRONES AL MÉTODO TRADICIONAL. PUNO, 2009**

Desarrollada en Puno en la Universidad Nacional del Altiplano donde tiene por objetivo Comparar los resultados del método Drone con el software de procesamientos de datos Pix4D Mapper, y el método directo. El área de estudio fue en la zona Costera del Callao – Lima abarcando un área de 147km² aproximadamente.

Para el análisis de resultados hace una comparación de resultados de volúmenes, tiempos, costos de la fotogrametría (Drone) con el método directo (Estación total) a través de estadística.

En el siguiente cuadro desarrolla los volúmenes con los datos proporcionados por ambos

levantamientos:

Tabla 5. Cálculos de volumen por el método de fotogrametría

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+000	1.18	0	0	0.07	0	0	0	0	0
0+002	0.54	1.68	1.68	1.39	1.19	1.68	1.68	1.19	0.49
0+004	0	0.4	0.4	47.65	38.12	2.08	2.08	39.31	-37.23
0+006	0	0	0	62.08	109.41	2.09	2.09	148.72	-146.63
0+008	0	0	0	70.02	132.02	2.09	2.09	280.74	-278.65
0+010	0	0	0	77.49	147.45	2.09	2.09	428.19	-426.1
0+012	0	0	0	84.86	162.3	2.09	2.09	590.49	-588.4
0+014	0	0	0	89.92	174.76	2.09	2.09	765.25	-763.15
0+016	0	0	0	86.01	175.92	2.09	2.09	941.16	-939.07
0+018	0.02	0.02	0.02	39.36	122.37	2.11	2.11	1063.54	-1061.43
0+020	3.11	2.25	2.25	0.25	28.49	4.36	4.36	1092.02	-1087.67
0+022	1.91	4.97	4.97	0.5	0.73	9.33	9.33	1092.76	-1083.43
0+023	1.35	1.68	1.68	0.77	0.65	11.01	11.01	1093.41	-1082.4

Fuente. Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza san Luis. Chimbote – Perú, 2017

Tabla 6. Cálculos de volumen por el método directo

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+000	1.01	0	0	0.06	0	0	0	0	0
0+002	0.56	1.55	1.55	1.2	1.02	1.55	1.55	1.02	0.53
0+004	0.01	0.43	0.43	48.71	38.35	1.98	1.98	39.37	-37.39
0+006	0	0.01	0.01	62.38	110.8	2	2	150.17	-148.17
0+008	0	0	0	70.22	132.52	2	2	282.69	-280.69
0+010	0	0	0	77.01	147.18	2	2	429.87	-427.87
0+012	0	0	0	84.16	161.12	2	2	590.99	-588.99
0+014	0	0	0	90.02	174.15	2	2	765.14	-763.13
0+016	0	0	0	87.96	177.98	2.01	2.01	943.12	-941.11
0+018	0.04	0.03	0.03	39.48	124.25	2.04	2.04	1067.37	-1065.33
0+020	3.36	2.51	2.51	0.11	27.81	4.55	4.55	1095.18	-1090.63
0+022	1.98	5.27	5.27	0.43	0.51	9.82	9.82	1095.69	-1085.87
0+023	1.39	1.74	1.74	0.75	0.6	11.56	11.56	1096.29	-1084.73

Fuente. Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza san Luis. Chimbote – Perú, 2017

La diferencia no es muy desfazada respecto a la otra, de 2.33m3 de corte.

En la digitalización de datos se aprecian los tiempos y los costos de ambos metodos. Llegando a la conclusión que los datos obtenidos en campo tomados con el Drone Phantom 2 Visión + y las medidas obtenidas con la estación total, ambos equipos geo referenciados, tienen resultados muy similares, sin embargo, el método de la fotogrametría con Drones es el menos costoso, se realiza con menor tiempo y por su versatilidad esto tiene un 95% de confianza.

2.2 Bases teóricas científicas

Las bases teóricas – científicas más resaltantes y actuales a usar en esta investigación “COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON LA ESTACIÓN TOTAL Y EL DRONE EN EL TRAMO DE LA CARRETERA DEL TRAMO CASERÍO LOS QUISPES AL C.P. LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA”, son las siguientes:

Regularización de la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, Ministerio de la presidencia y para las administraciones territoriales Real Decreto 1036 (España) – 2017

Esta norma establece que ninguna aeronave sin piloto puede volar sobre un territorio de un estado salvo que cuente con una autorización por dicho estado. Corresponde a los Estados velar por el avance tecnológico de estas aeronaves porque el vuelo de estas aeronaves sin piloto en las regiones abiertas al vuelo de aeronaves civiles se regule de tal modo que les evite todo riesgo.

A nivel internacional, en el actual estado de desarrollo del sector, está comúnmente aceptado que sólo las aeronaves no tripuladas pilotadas por control remoto o RPA (por sus siglas en inglés, «Remotely Piloted Aircraft»), pueden integrarse junto al resto de tráficos tripulados en espacios aéreos no segregados y en aeródromos. Por tanto, los principales avances reglamentarios se están produciendo en este momento en relación con aquellos UAVs que son aeronaves pilotadas por control remoto (RPA).

Esta norma aporta una clasificación de los drones según su peso, menores a 2kg pueden volar en zonas urbanas y aglomeraciones de gente con solo un permiso ante la entidad responsable. Para drones que tienen un peso mayor a 2kg estas tienen que tener un permiso y adicional un Estudio de seguridad, optan también que no se deben volar sobre aglomeraciones de personas ni zonas urbanas, es decir, tiene que optar por despejar el área temporalmente hasta donde dure el trabajo que se está realizando.

Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS). Organización de Aviación Civil Internacional. EE. UU, 2015.

La organización civil internacional se basa en que un piloto debe pilotar una nave desde su interior. Retirar el piloto implica problemas que se está evaluando constantemente por dicha organización.

El presente manual técnico proporciona una orientación sobre los RPAS refinando cada vez los problemas que se tiene tanto técnicos y operacionales, cuya magnitud se está estudiando activamente en la comunidad aeronáutica

La OACI tiene como objetivo tratar de proporcionar un campo normativo con normas y recomendaciones, generando procedimientos para el servicio de navegación y texto que afianzaran la operación normal de un RPAS en todo el mundo de forma, fluida, armoniosa y segura en las operaciones de navegación.

Los contenidos que tiene el presente manual son los siguientes:

- Marco normativo de la OACI y ámbito del manual
- Introducción a los RPAS
- Autorización especial
- Aprobaciones de certificados de tipo y de aeronavegabilidad
- Matrícula de las RPA
- Responsabilidades del explotador de RPAS
- Gestión de la seguridad operacional
- Otorgamiento de licencias y competencia
- Operaciones de RPAS
- Detectar y evitar (DAA)
- Enlace de mando y control (C2)
- Comunicaciones ATC
- Estación de piloto a distancia (RPS)
- Integración de las operaciones RPAS en la ATM y procedimientos ATM
- Uso de aeródromos

Requisitos para las operaciones de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia, Norma técnica complementaria (NTC). Dirección General de Aeronáutica Civil. Perú, 2015

Tiene como objetivo establecer los requisitos y limitaciones para la operación de RPAS de uso civil, garantizando la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo, así como la seguridad de las personas y bienes en tierra.

Esta NTC es aplicable a las personas u entidades que intentan realizar actividades de aeronaves pilotadas a distancia a una actividad civil. No aplica a las aeronaves de Estado, es

decir a aquellas que sean utilizadas en servicios de la policía, servicio militar o de aduanas.

También, con esta norma técnica complementaria intentan regularizar los vuelos de los Drones y brindarte la licencia como operador de RPAS. Esto se hace con la finalidad de evitar accidentes y cuidar a la población. Existen zonas restringidas la cual se debe prever, como aeropuertos, antenas de radio o televisión, bases militares, etc. Entonces lo que intenta esta NTC es una regularizar los Drones como también brindar conocimientos de los temas tratados antes.

Diseño Geométrico DG - 2018, 1era ed. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima. 2018

El manual de carreteras “Diseño Geométrico” es el documento normativo que adjunta procedimientos y a su vez técnicas adecuadas para la construcción de una infraestructura vial, generando parámetros para un correcto funcionamiento. Contiene categorías de diseño según el nivel de servicio e importancia de un proyecto vial.

Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 1era ed. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima. 2008.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, tiene como función brindar las normas sobre el uso y preparación de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como otorgar los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la construcción de los proyectos viales. En este contexto, el MTC ha preparado el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en cuenta que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría.

Esta norma de aplicación obligatoria por las autoridades calificadas en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda. Por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma.

Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para la construcción R.D. N°22 – 2013 – MTC/14.

El presente manual esta tiene la finalidad de uniformizar las condiciones de, parámetros,

requisitos y procedimientos todo referido a obras de infraestructura vial aprobado por el D.S. N°034-2008-MTC con el objetivo de estandarizar los procesos constructivos generando un índice de calidad alto.

La importancia de este manual es el factor humano y su entorno socioeconómico en proyectos de ejecución de obras viales, tomando las acciones de mitigar el impacto socioeconómico.

En la sección 102 de topografía y georreferenciación donde especifican los trabajos de levantamientos topográficos que debe estar entrelazado con Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84 y coordenadas UTM.

Antes de iniciar el trabajo topográfico se debe ubicar los puntos de control y cumplir con las tolerancias que se mencionan a continuación:

Tabla 102-01
Tolerancias para trabajos de levantamientos topográficos, replanteos y estacado en construcción de carreteras

Tolerancia Fase de trabajo	Tolerancia Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100.000	± 5 mm
Puntos de Control	1:10.000	± 5 mm
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5.000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm	± 20 mm
Muros de contención	± 20 mm	± 10 mm
Límites para roce y limpieza	± 500 mm	--
Estacas de subrasante	± 50 mm	± 10 mm
Estacas de rasante	± 50 mm	± 10 mm

Cada 500 m se deberá proveer una tablilla con sus coordenadas y la progresiva donde se encuentre. La sección en tangente no debe sobrepasar los 20m en tangente en 10m en curva y donde se requiera cada 5m

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Precisión

En la proximidad de indicadores que es medidas en repetidas mediciones con el mismo objetivo. esta medida reiterada se llama respetabilidad o producibilidad, de donde el termino precisión denota de respetabilidad, es decir, está enmarcado a la dispersión de las tomas de medias reiteradas. Esto se puede expresar mediante medidas de dispersión tales como la desviación típica, la varianza bajo condiciones específicas. [3]

Para hallar la precisión tomando como referencia el libro del Ing. Navarro Hudiel (2008), lo resumen en los siguientes pasos.

Media Aritmética: Es la sumatoria de todos los valores observados entre el número de veces observado.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{n}$$

Error Residual o desviación: Es el valor absoluto diferencia entre el valor observado y la media aritmética

$$V_i = X_i - \bar{X}$$

Error Medio Cuadrático (Desviación Típica o Estándar): Suma de los errores residuales.

$$Ec = \sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum V^2}{n}}$$

Error Probable de la Media Aritmética

$$Ev = Ec/(n)^{1/2}$$

Precisión: Es la relación que existe entre la distancia y el error cometido en su medición.

$$P = \frac{E_L}{\sum L} \text{ ó } P = \frac{1}{\frac{E_L}{\sum L}} = \frac{1}{\frac{X}{Ev}}$$

Tambien existe la precision segun el metodo a usar :

METODO USADO	PRECISION	APLICACIÓN PRACTICA
A Pasos	1/100 – 1/200	Se utiliza para el reconocimiento y comparación entre medidas efectuadas con cinta .
Estadimetrico (indirecto)	1/1000 - 1/3000	Para el levantamiento de detalles , comprobación de medidas mas precisas.
Cinta sencilla (directa)	1/10000 - 1/5000	Se utiliza en poligonales para levantamientos topográficos de construcción civil .
Cinta de precisión	1/10000- 1/30000	Para poligonales de planos de población , base de triangulación de mediana precisión y trabajos especiales de ingenierías
Electrónico	1/10000– 1/300000	Para levantamiento de alta precisión en base de triangulación

2.3.2 Topografía

Es una rama de la ingeniería que se propone determinar la precisión relativa de los puntos, mediante la recolección y procesamientos de las informaciones de las partes físicas del geoide, considerando hipotéticamente, que la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal. En términos simples: La topografía se encarga de realizar mediciones de una porción de tierra relativamente pequeña. La información se obtiene de instituciones especializadas en cartografía y/o a través de las mediciones realizadas sobre el terreno (“levantamiento”), complementando esta información con la aplicación de elementales procedimientos matemáticos. [4, p. 7]

2.3.3 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico en un conjuntos de actividades que se dan en in-situ para describir el área que se está tomando como muestra o que se quiere plasmar en un papel o la digitalización de la corteza terrestre. [4]

2.3.4 Tipos de topografías

- **Topografía plana**

Un terreno considerado plano la Dg-2018 dice, que la inclinación transversal del terreno debe tener debajo 10% y la pendiente longitudinal menor a 3%

- **Topografía ondulada**

Una topografía ondulada la DG-2018 indica que el terreno debe tener una inclinación en su sección transversal entre 10% - 50% y la pendiente longitudinal entre 3%-6%.

- **Topografía accidentada**

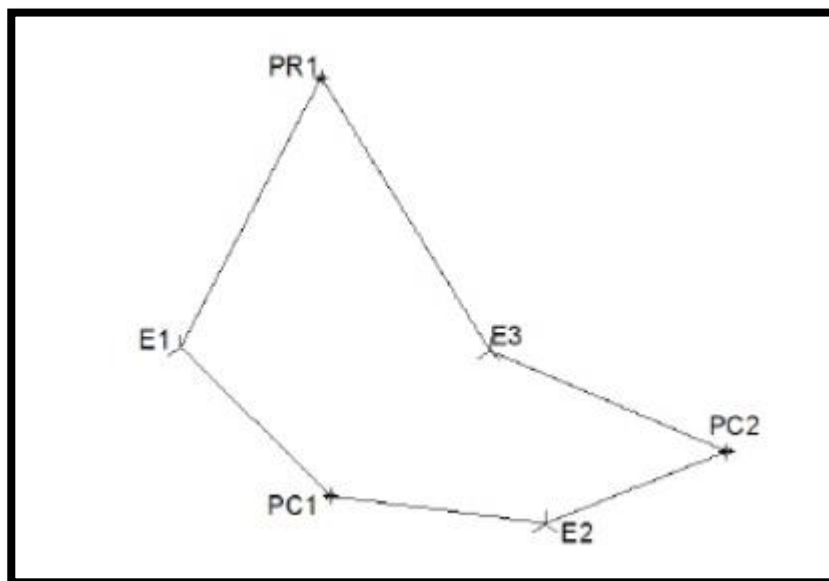
Una topografía accidentada la DG-2018 indica que la inclinación transversal debe estar entre 50% - 100% y un pendiente longitudinal entre 6% - 8%

2.3.5 Tipos de levantamientos

- **Nivelación cerrada**

Consiste en avanzar de un punto PR1 a un PR2 que se desea conocer su cota, a través de mini circuitos cerrados en el terreno como medida para disminuir el error encontrado en la nivelación simple. Se realiza el primer bucle comenzando en el PR1 y terminando en el mismo, luego se encuentra el error y se compara con la tolerancia, si el error es menor que la tolerancia se continúa con el siguiente bucle, si no es así se debe realizar de nuevo todas las mediciones del bucle. El número de cambios de estaciones que se realizan en un bucle depende del terreno, el tipo de proyecto que se desea y otros factores, en este caso son 3 estaciones. [4]

Ilustración 2. Representación de una nivelación cerrada

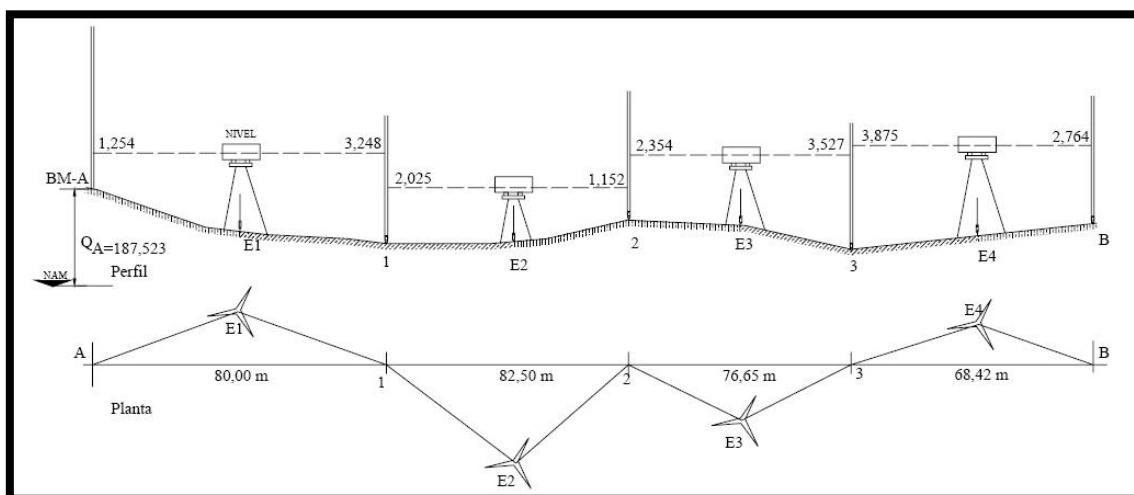


Fuente. J. Mendosa Dueñas. Topografías técnicas modernas (2008)

- **Nivelación abierta**

Consiste en hacer un levantamiento siguiendo un conjunto de líneas en el cual el punto de inicio no considerara con el punto final. Esta nivelación no es recomendable para levantamiento topográfico de alta precisión.

Ilustración 3. Representación de un levantamiento topográfico de nivelación abierta



Fuente. J. Mendosa Dueñas. Topografías técnicas modernas (2008)

2.3.6 Fotogrametría

La fotogrametría es la técnica que tiene como objetivo estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías. [5]

Una definición más actualizada de La sociedad Americana de Fotogrametría y Telecomunicaciones (ASPRS) es “el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.” Cuando habla de energía electromagnética radiante se refiere a tecnologías avanzadas donde son de uso mayormente militar y científico.

En resumen, el concepto de fotogrametría es la detección de un conjunto de imágenes la cual nos permite obtener medidas de un terreno con la finalidad de la elaboración de mapas o planos.

La fotogrametría está ligado a los avances tecnológicos. El inicio empieza con los descubrimientos de la fotografía por los años 1839, perfeccionada por Niepee y Daguerre. Posteriormente, en el año 1850, Laussedat aprovecha la fotografía para hacer topografía donde lo nombra con el nombre de metrofotografía. [3]

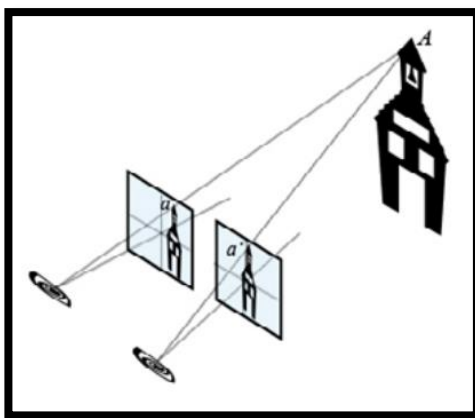
2.3.7 Principios de la fotogrametría

El principio de la fotogrametría es la visión estereoscópica que lo podemos dividir en:

La visión estereoscópica natural se basa en la capacidad que tenemos los seres humanos en apreciar el relieve de las cosas. Para ello, cada ojo captura una imagen del mismo objeto y en el cerebro, se unen por un proceso mental produciéndose una única imagen en relieve (Figura 1). [6]

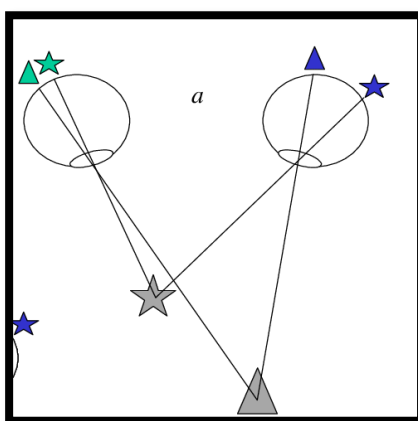
La visión estereoscópica artificial es una imitación de la visión de la natural, donde el objeto capturador de imágenes tiene que tomar más de una imagen en diferentes lugares provocando traslapes en forma vertical y horizontal, dando como resultado una visión de relieve. [6]

Ilustración 4. Visión estereoscópica natural.



Fuente. Chiclayo Drones

Ilustración 5. Visión estereoscópica artificial.



Fuente. Chiclayo Drones

La fotogrametría se base en este principio de estereoscópico para la captura de los diferentes relieves de terrenos por medio de capturas de imágenes.

Ilustración 6. Principio estereoscópico artificial de la Fotogrametría



Fuente. Chiclayo Drones

2.3.8 Cámara

La cámara es el elemento más importante para hacer la fotogrametría. Estos objetos tienen la capacidad de capturar la realidad en 2 dimensiones. La capacidad de resolución de imágenes depende del lente focal y el tamaño del sensor, es decir, el lente focal sirve para la nitidez de la imagen y el sensor sirve para la captura de luz. Estos dos complementan la resolución de la imagen. Las cámaras que se utilizan para hacer fotogrametría son cámaras métricas, calibradas y con una geometría tal que producen resultados óptimos y fiables. Anteriormente se utilizaban las cámaras aéreas analógicas que ahora se están sustituyendo por cámaras digitales [7].

2.3.9 Escala de la fotografía

La escala es la relación entre la distancia de dos puntos en el dibujo y la distancia horizontal, medida en el terreno, entre los correspondientes dos puntos; entendiéndose por distancia horizontal a la medida longitudinal entre los dos puntos proyectados en el plano horizontal. [7]

Se debe considerar que la escala está en función al tipo de cámara. Prácticamente la escala se define como:

$$E_F = \frac{1}{m_b} = \frac{f_c}{H_0 - h}$$

Donde:

H_0 = altura del plano de referencia o nivel del mar.

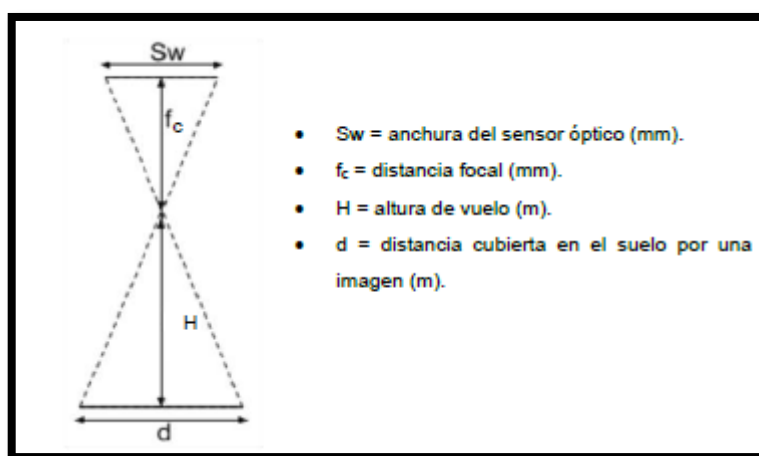
h = altura del objeto o elemento.

$m_b = H_0 - h$

2.3.10 GSD y altura de vuelo

La altura de vuelo definirá el término llamado “GSD (Ground Sample Distance)”, el valor GSD, se mide en cm/px (centímetros por pixel), este indica la resolución máxima que puede alcanzar el levantamiento fotogramétrico, representa la distancia entre cada pixel del levantamiento con respecto a la realidad, esto se puede interpretar como el “rango de error” que tendrá nuestro levantamiento fotogramétrico, este depende de tres factores, el solapamiento de las imágenes, la altitud de vuelo de la aeronave y la resolución de la cámara [8]. Para la interpretación del GSD se tendrá en cuenta la siguiente figura

Ilustración 7. Interpretación del GSD



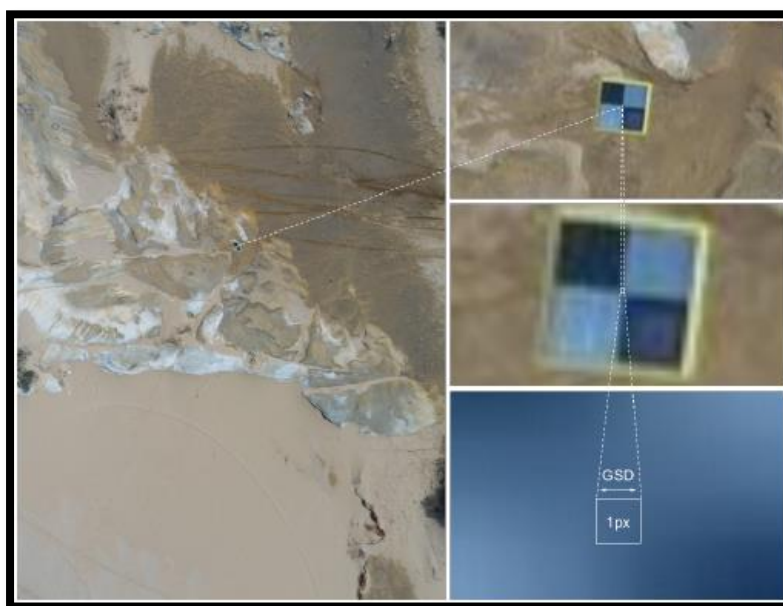
Fuente. Chiclayo Drones

De la cual se deduce la fórmula:

$$GSD = \frac{H \times S_w \times 100}{f_c \times \text{Ancho}_{\text{Imagen}}}$$

La interpretación de la fórmula es que a más altura de vuelo (H) mayor GSD por ende menor precisión. El GSD depende directamente de la altura de vuelo ya que anchura del sensor óptico de la cámara (Sw), la distancia focal (fc) y el Ancho de la imagen son valores fijos por motivo que se usara para todo la aérefotografía una misma cámara.

Ilustración 8. Distorsión por de la imagen por altura de vuelo

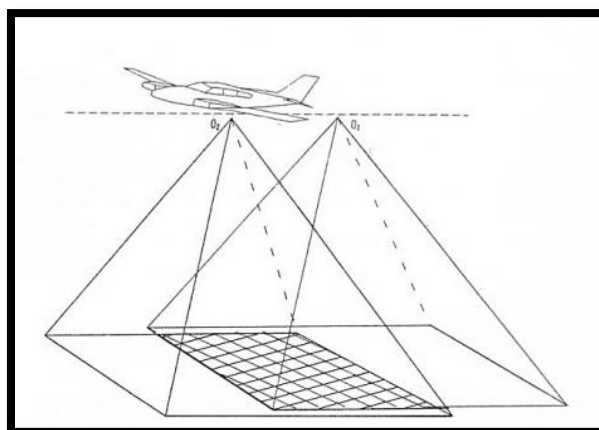


Fuente. Chiclayo Drones

2.3.11 Solapamiento de imágenes

Esto nos indica que porcentaje de las imágenes se repiten en otras, los solapamientos deben ser como mínimo, “un 60% de forma horizontal, y un 40% de forma transversal” [9], así se aseguran la presencia del efecto estereoscópico. Permitiendo al software de procesamiento, poder diferenciar por medio de la estereoscopia, los volúmenes de la geografía real para representarla de manera digital.

Ilustración 9. Solapamiento de imágenes

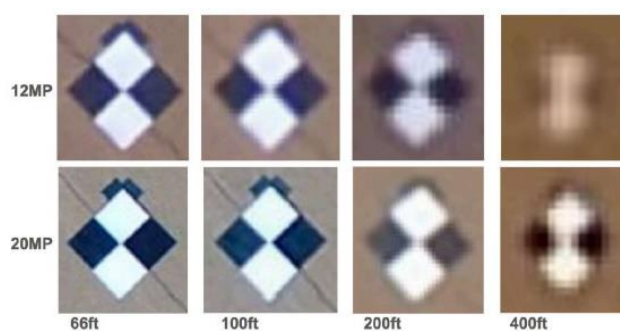


Fuente. Chiclayo Drones

2.3.12 Resolución de imágenes

Este valor es importante, porque influye directamente en el valor GSD, ya que dicta la cantidad de píxeles que conforman una imagen, cada píxel, es importante, ya que el software de procesamiento, tiene más datos para procesarlos porque los objetos estarán representados por una mayor cantidad de estos, aumentando la precisión del efecto estereoscópico. Este valor se conoce sabiendo la resolución de las cámaras a usar, normalmente se mide en Megapíxeles, se recomienda la utilización de un mínimo de 20 Mpx, ya que esta resolución asegura eficiencia entre altitud de vuelo, tiempo de vuelo y cobertura de áreas grandes. [8]

Ilustración 10. Resoluciones de cámaras 12mp vs 20mp



Fuente. Chiclayo Drones

2.3.13 Iluminación y sombras

La iluminación y sombras, es un factor importante en el levantamiento fotogramétrico, ya que en determinadas zonas, el software puede confundir una sombra, con una superficie plana o de elevación, ya que la sombra, al cambiar con la posición del Drone, cambia en la imagen que este toma, generando un “micro efecto estereoscópico” en la propia sombra, generando la falsa ilusión de profundidad, debido a esto, la fotogrametría es recomendada en días relativamente nublados, donde las nubes difuminan la luz del sol eliminando casi por completo las sombras, o en horas del día donde estas no se generan, generalmente a mediodía cuando el sol está en su punto más alto. [8]

Ilustración 11. Sombras ocasionadas por el posicionamiento del sol.



Fuente. Google imágenes

2.3.14 Puntos de control

Los puntos de control son vitales para cualquier levantamiento fotogramétrico que necesite tener elevadas precisiones, estos son marcas en el terreno, de las cuales se conocen previamente sus coordenadas exactas, tomadas con equipos topográficos de precisión alta, esto le permite al software de procesamiento, poder escalar toda la nube de puntos para que encaje de forma exacta con los puntos de control marcados, esto permite reducir en gran medida el rango de error de la fotogrametría, idealmente, deben ser mayor igual a 4 puntos, distribuidos de forma separada uno del otro en toda la zona del levantamiento. [8]

Ilustración 12. Puntos de control en el terreno



Fuente. Chiclayo Drones

Ilustración 13. Forma de marcar un punto de control

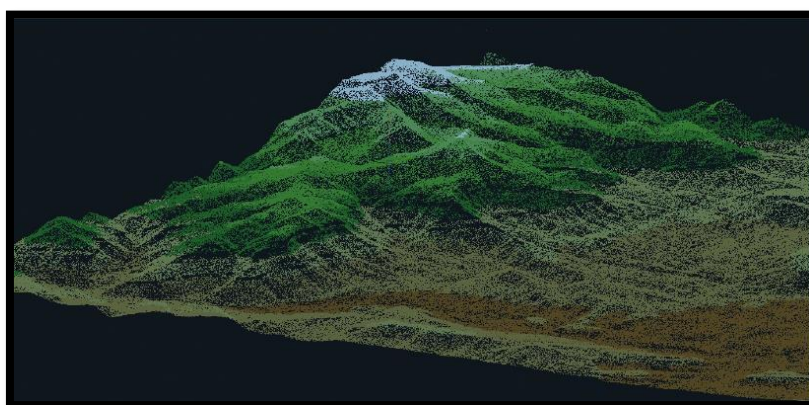


Fuente. Chiclayo Drones

2.3.15 Nube de puntos

Se define como un conjunto de vértices en un sistema de coordenadas definido, para aplicaciones fotogramétricas, se considera el sistema de coordenadas geográfico, siendo X la latitud, Y la longitud y Z la altitud, estos vértices, o “puntos” son generados por el software que procesa las imágenes estereoscópicas, basándose en los modelos 3D que logra construir en base a estas, estos vértices son usados debido a que generan menor carga de procesamiento para el procesador, y permiten una representación más exacta del mundo real en un entorno digital en menor espacio de almacenamiento, además de ser fáciles de interpretar para cualquier software de procesamiento de datos. [8]

Ilustración 14. Nube de puntos



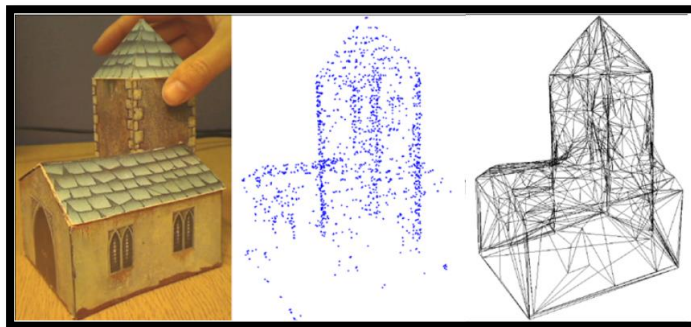
Fuente. Chiclayo Drones

2.3.16 Malla

La malla, es el resultado de la unión de todos los puntos de una nube de puntos, la cual genera una estructura poligonal, la cual a su vez, genera una superficie sólida en 3 dimensiones, permitiendo así al software, generar modelos sólidos que representan la geografía real de una

zona, en base a las coordenadas de la nube de puntos, representando crestas y depresiones de manera relativamente exacta a la realidad tridimensional, la cual puede usarse para generar curvas de nivel, y otros productos topográficos. [8]

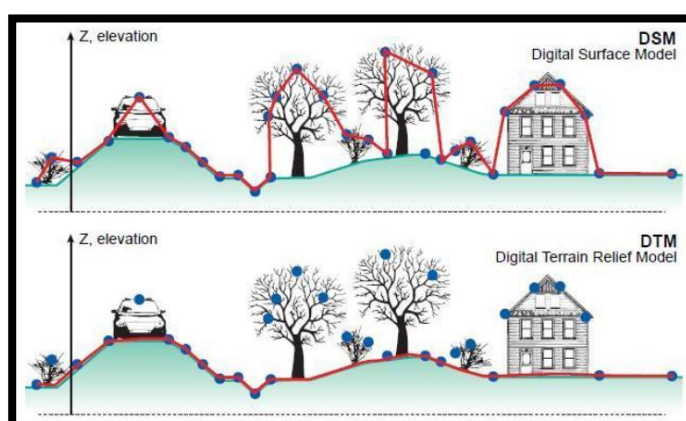
Ilustración 15. Malla de puntos proporcionada por la nube de puntos



Fuente. Google imágenes

Los MDS (Modelo Digital de Superficie), y MDT (Modelo Digital de Terreno), son representaciones de una malla fotogramétrica en base a la selección de determinados puntos de una nube de puntos que se unirán a la malla o no, siguiendo un criterio predeterminado, en este caso, el MDS, une todos los puntos de la nube para generar una malla, representando todas las superficies que fueron diferenciadas por la estereoscopia, y en el caso del MDT, solo selecciona los puntos con coordenadas más bajas para generar una malla, representando así solo la superficie del terreno.

Ilustración 16. Optimización de puntos fuera del terreno



Fuente. Google Imágenes

2.3.17 Índice KP

El índice KP, es un indicador de la radiación electromagnética solar, esta radiación afecta las comunicaciones y los satélites, generando rangos de error más grandes, y ocasionando daños

en la comunicación del dron, hasta fallas critica como apagado en seco. En índice Kp puede conocerse fácilmente por medio de aplicaciones como “Magnetology”. El índice KP, varía entre valores de 0 a 9, de donde los valores seguros para volar son de 0 a 3. Volar iguales a 4 es arriesgado pero posible, pero volar en valores Kp superiores e iguales a 5 implica un riesgo muy elevado para la funcionalidad del Dron.

2.3.18 Software

- **Agisoft**

Agisoft es un software de escritorio para procesar imágenes digitales y, mediante la combinación de técnicas de fotogrametría digital y visión por computador, generar una reconstrucción 3D del entorno. [10]

Existen dos versiones diferentes. La versión estándar su función es solo la generación de generar puntos múltiples de imágenes cualesquiera siempre y cuando estén traslapadas. Y la otra versión es la edición profesional. Esta edición le permite obtener ortofotos georreferenciadas de alta resolución y modelos digitales de terrenos de con densidad y detalle excepcionales. Es una potente aplicación para la topografía y cartografía. [10]

Por sus características, es adecuado para la documentación fotogramétrica de edificios, yacimientos y objetos arqueológicos, compitiendo y en ocasiones superando en eficacia y calidad de resultados LIDAR terrestres y aéreos. [10]

- **Magnetology**

Es una aplicación disponible que está disponible para Android e IOS. Esta App nos permite conocer con 2 días de anticipación el índice de radiación y saber si es seguro volar.

- **AutoCAD Civil 3D**

El software en mención es un prgrama digital asistido por computadora que integra dibujo y diseño para la construcción. Es compatible con BIM (modelado de información para la construcción). [11]

Características:

Las características de Civil 3D son compatibles con una variedad de proyectos de infraestructura civil, incluidos ferrocarriles, carreteras y autopistas, desarrollo de terrenos, aeropuertos, drenaje pluvial y sanitario, y estructuras civiles. [11]

- **Microsoft Word, Microsoft Excel y Microsoft PowerPoint**

Son aplicaciones de la empresa Microsoft que nos facilitan la redacción, cálculos numerosos y presentaciones.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipos y nivel de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

No experimental porque no controlo la variable, descriptiva porque solo se quiere conocer ciertas características de las muestras tratando de actualizar conocimientos y comparativo porque se observan determinadas características y se establecen conclusiones de dichas comparaciones.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:

Teniendo en cuenta su naturaleza es cuantitativa ya que la variable a estudiar se mide con cantidades.

3.2 Diseño de investigación

La presente investigación se encuentra encuadrada en la clasificación de investigación cuantitativa, de diseño no experimental y descriptiva de corte transversal. Cuantitativa porque se usa la recolección de datos para probar hipótesis en base a la medición numérica y el análisis estadístico.

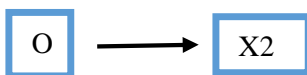
No Experimental, porque se realiza el estudio sin la manipulación de las variables, observándolas en su ambiente natural. Descriptiva porque tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades de la variable en estudio. Transversal debido a que sólo se tomarán los datos una vez y las variables no sufrirán alteraciones en el transcurso del estudio.

El diseño empleado responde al siguiente gráfico:



O = Morfología del terreno

X1= Coordenadas XYZ de cada punto del terreno, comprendidas con levantamientos topográficos convencional.



X2= Coordenadas XYZ de cada punto del terreno, comprendidas con levantamientos topográficos con el Drone.

3.3 Población, muestra, muestreo

Población

La población analizada está constituida por la carretera que comprende el tramo Caserío Los Quispe y el Centro Poblado de La Granja con una longitud de 2+461km.

Muestra

El seccionamiento de la trocha cada 10m en línea resta y 5m en curva.

3.4 Operacionalización de variables

Variable dependiente:

La topografía del terreno

Operacionalización:

Para el siguiente proyecto de investigación se formuló el siguiente cuadro de operaciolizaciones:

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	Escala valorativa
Topografía del terreno	Planimetría	Coordenadas UTM WGS84 (Este, Norte)	Topografía con estación total	Metros	1/20000
			Fotogrametría con Drone	Metros	1/20000
	Altimetría	Cota	Topografía con Nivel	Metros	0.2*raiz(k)
			Topografía con estación total	Metros	0.2*raiz(k)
			Fotogrametría con Drone	Metros	0.2*raiz(k)

Fuente. Elaboración propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

La técnica a emplear para el presente estudio es a través de la observación.

Levantamiento Topográfico con nivel: Nos proporcionará un levantamiento de alta precisión.

Levantamiento Topográfico con Estación Total: Nos proporcionará un levantamiento de alta precisión.

Fotogrametría con Drone: Proporcionara una gama de puntos por efecto del procesamiento de imágenes.

Instrumentos:

Levantamiento topográfico con nivel:

- ✓ Nivel topográfico: Equipo topográfico para sacar principalmente cotas del terreno.
- ✓ Mira de aluminio: Es un componente del equipo topográfico para sacar las medidas correspondientes.
- ✓ Estacas de fierro de ½": Servirá para fijar los puntos de los BMs y adicional los vértices de la poligonal en el suelo.
- ✓ Libreta topográfica: Para anotaciones observadas con el Nivel.
- ✓ Impresora: Proporcionará las impresiones de los datos obtenidos

Levantamiento topográfico con estación total:

- ✓ Estación Total: Equipo topográfico con funciones complejas donde nos proporcionará la gama de puntos observados en el terreno.
- ✓ Prisma para la estación total: Es un componente del equipo topográfico donde se reflejan las ondas proporcionado las medidas correspondientes.
- ✓ GPS: Equipo que cumple la función de extraer las primeras mediciones (XYZ) o el punto de inicio para el equipo.
- ✓ Wincha: Fundamental en un levantamiento topográfico para la extracción de la altura del instrumento.

- ✓ Estacas de fierro de ½”: Servirá para fijar los puntos de los BMs y adicional los vértices de la poligonal en el suelo.
- ✓ Libreta topográfica: Para algunas anotaciones en cambios de estación.
- ✓ Impresora: Proporcionará las impresiones de los datos obtenidos

Fotogrametría con Drone:

- ✓ Drone modelo Phantom 4 pro (incluye cámara de 20 mega pixeles): Es un equipo aéreo no tripulado que proporciona un conjunto de fotos georreferenciadas así como también se utiliza para fotografía profesional.
- ✓ Ipad: Equipo que tendrá el programa para el control del Drone
- ✓ Computadora alta potencia: equipo para el procesamiento de las fotos que proporciona el Drone
- ✓ Laptop: Cálculos correspondientes en los diferentes programas
- ✓ Impresora: Proporcionará las impresiones de los datos obtenidos

Programa de cómputo:

- ✓ Civil 3D: es un potente software para computadora que sirve para el cálculo y diseño de infraestructura diversa, principalmente relacionada con el movimiento de tierras, topografía y redes de tuberías.
- ✓ AutoCAD: es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D.
- ✓ Microsoft Office: Word, Excel, Power Point. Se trata de un conjunto de aplicaciones que realizan tareas ofimáticas, es decir, que permiten automatizar y perfeccionar las actividades habituales de una oficina.
- ✓ Agisoft: es un tipo de software autónomo que realiza el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos espaciales 3D. [1]
- ✓ Maps Map Pilot: Ayuda a crear y volar la ruta de vuelo óptima para crear excelentes mapas con el servicio de procesamiento de mapas Maps Made Easy. Recopilar excelentes datos para crear mapas aéreos de alta resolución con su cámara voladora DJI está a solo unos clics de distancia. Procese el producto final utilizando su propio software de fotogrametría o nuestro servicio en línea Maps Made Easy.

Movilidad:

- ✓ Camioneta
- ✓ Moto lineal

3.6 Plan de procesamiento y análisis de datos

FASE I: Recopilación de información previa

- Revisión de proyecto de tesis
- Revisión de otra tesis referente al tema
- Revisión de normativa vigente

FASE II: Marco teórico, materiales y métodos

- Introducción
- Marco teórico
- Materiales y métodos

FASE III: Desarrollo del proyecto

- Realizar las coordinaciones previas con las autoridades locales competentes
- Identificación de los puntos de control y comparación
- Programación de los equipos en gabinete
- Levantamiento topográfico con Nivel
- Levantamiento topográfico con la Estación Total
- Fotogrametría con Drone Phantom 4 pro
- Recopilación de datos
- Procesamiento de datos en Agisoft.
- Elaboración de planos

FASE IV: Análisis de Resultados

- Resultados y discusión
- Conclusiones y recomendaciones

3.7 Procedimientos

a. Reconocimiento de campo

Se visitó el lugar de estudio para hacer un reconocimiento de campo, así como también hacer las coordinaciones pertinentes con las autoridades respecto a la investigación que se va a realizar.

Se identifican los puntos de control en lugares estratégicos y a su vez se fijan a través de estacas de fierro y concreto simple.

Ilustración 17. Hito de concreto BM9



Fuente. Propio.

b. Levantamiento topográfico tradicional

Se programan y se preparan los equipos para salir a campo. También se capacita y se entrega EPP al personal de apoyo. Luego se procede hacer la nivelación cerrada entre BMs o punto de control con tolerancia de cierre $0.2\sqrt{k}$, "k" es la distancia de la poligonal cerrada en kilómetros generando la siguiente tabla:

Tabla 7. Resumen de cotas corregidas

DESCRIPCION	COTA (m)
BM1	1927.903
BM2	1940.150
BM3	1949.543
BM4	1948.352
BM5	1966.162
BM6	1984.897
BM7	1997.290
BM8	1994.376
BM9	2022.998
BM10	2035.428

Fuente. Propio

Terminado la nivelación procedemos a hacer el levantamiento topográfico con la estación

total a través de una poligonal cerrada de apoyo. Se realiza una poligonal cerrada con la intención de minimizar y a su vez estar dentro de las tolerancias en errores que se causan en campo. Para la presente investigación se realiza se ha realizado cada 1km poligonales con una tolerancia de cierre de 1/20 000. Luego, se procede a hacer la radiación de la carretera cada 10m en tangente y 5m en curva con un ancho de franja a partir del eje de 40m.

Tabla 8. Resumen de coordenadas corregidas. Poligonal 1

POLIGONAL 1			
EST	Este (X)	Norte (Y)	Cota (Z)
E1	708,717.0250	9,297,770.4496	1927.903
E2	708,783.1895	9,297,910.5531	1942.610
E3	708,819.2728	9,297,935.7809	1947.956
E4	708,838.0514	9,298,074.5677	1955.921
E5	708,967.9175	9,298,216.5922	1961.287
E6	709,102.3307	9,298,248.1817	1959.422
E7	709,331.3636	9,298,395.5407	1973.360
E8	709,303.2278	9,298,184.0170	1941.544
E9	708,878.4733	9,297,898.8846	1936.792
E10	708,750.7576	9,297,836.2584	1925.536

Fuente. Propio

$$\text{Error Total (Et)} = \sqrt{(E_x^2 + E_y^2)} = 0.0411$$

$$\text{Escala Error} = "1 /" (\text{Long.Total}/\text{Et}) = 1 / 45,802 \quad \text{Coreccto}$$

Tabla 9. Resumen de coordenadas corregidas. Poligonal 2.

POLIGONAL 2			
EST	Este (X)	Norte (Y)	Cota (Z)
E7	709,331.3636	9,298,395.5407	1973.360
E11	709,592.5728	9,298,630.4848	2021.114
E12	709,476.7643	9,298,762.8632	2045.641
E13	709,575.8680	9,298,825.0426	2001.870
E14	709,805.9328	9,298,723.4917	1986.634
E15-BM7	709,794.4601	9,298,594.7265	1997.289
E16	709,796.1000	9,298,483.7190	1990.652
E17	709,494.7613	9,298,444.9885	1977.919

Fuente. Propio

$$\text{Error Total (Et)} \approx \sqrt{(E_x^2 + E_y^2)} = 0.0290$$

$$\text{Escala Error} = "1 /" (\text{Long.Total}/\text{Et}) = 1 / 55,496 \quad \text{Coreccto}$$

Equipos utilizados:

- Un nivel topográfico Topcom AT-B
- Una Estación Total Leica TS-09 de 1'
- Dos Prismas para la Estación Total
- Un GPS navegador
- Wincha métrica de 3 metros
- Estacas de fierro de ½" y concreto simple
- Libreta topográfica

Personal requerido:

- Un técnico en topografía
- Dos auxiliares de topografía

c. Levantamiento topográfico con Drone

Concluido el levantamiento topográfico convencional, se procede a hacer la aerofotografía que proporciona el Drone. En cada Punto de Control (BMs) se deja una marca grande y reflectora en campo para que en el procesamiento de imágenes se logre apreciar.

Ilustración 18. Punto de control en campo para el Drone (100cmx100cm)



Fuente. Propio.

En gabinete se programa el equipo con el programa Maps Map Pilot. Se programa la ruta de vuelo, la altura de vuelo, el solapamiento tanto vertical como horizontal y de eso sale un GSD que viene hacer el tamaño de pixel de cámara para una porción pequeña de terreno (cm/pix)

Ilustración 19. Características del vuelo con el Drone

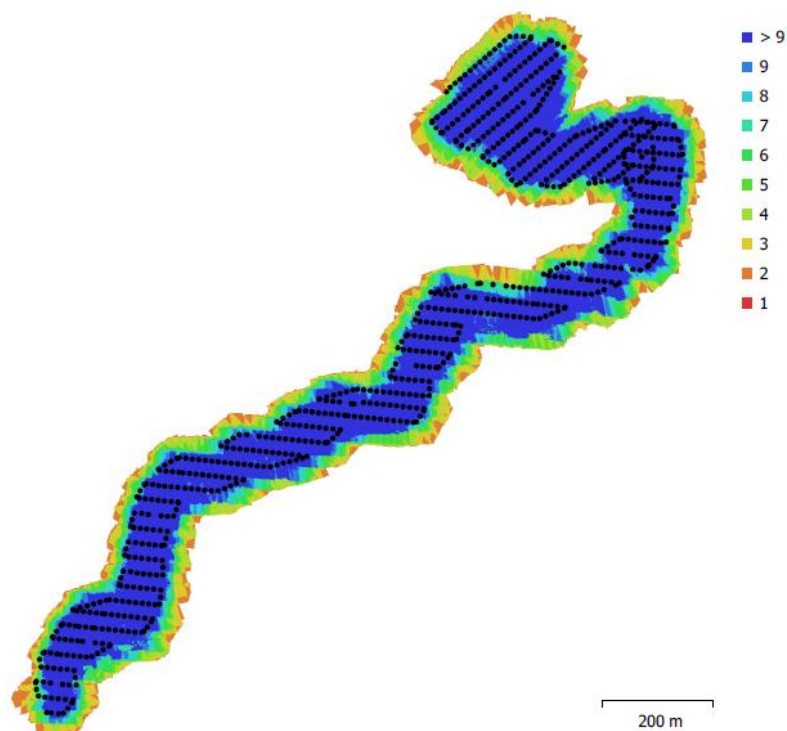


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 802	Posiciones de cámara: 799
Altitud media de vuelo: 65.9 m	Puntos de enlace: 927,602
Resolución en terreno: 1.62 cm/pix	Proyecciones: 2,607,901
Superficie cubierta: 0.372 km ²	Error de reproyección: 0.369 pix

Sincronizado el Drone con el programa Maps Map Pilot está lista para proceder a realizar la aerofotografía en campo.

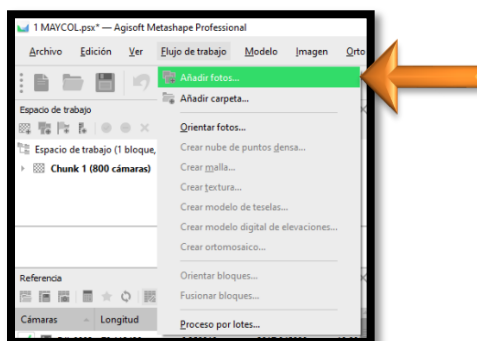
Procedente al trabajo en campo se realiza en gabinete la extracción de las fotos del equipo para proceder al procesamiento de imágenes con el programa AGISOFT. Existe procedimientos para todo tipo de trabajos, es decir, se puede procesar las imágenes en una densidad baja, media y alta. Esto depende que tan precisa se requiere la fotogrametría siendo la máxima en densidad alta y mínima en densidad baja.

Para la presente investigación se realizó con puntos de control cada 500m, es decir, se procesó las imágenes con puntos de control que se mencionan a continuación: BM1, BM3, BM5, BM7, BM9. Los restantes puntos servirán para comparar dicho levantamiento topográficos.

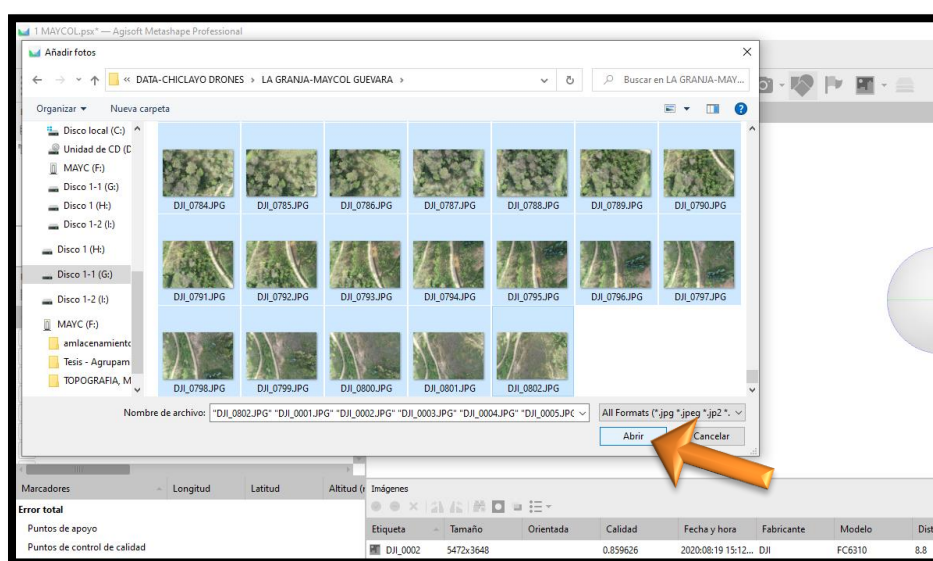
Los pasos a seguir con el procesamiento son los siguientes:

PASO 1. Añadir imágenes al programa.

Flujo de trabajo/Añadir fotos...

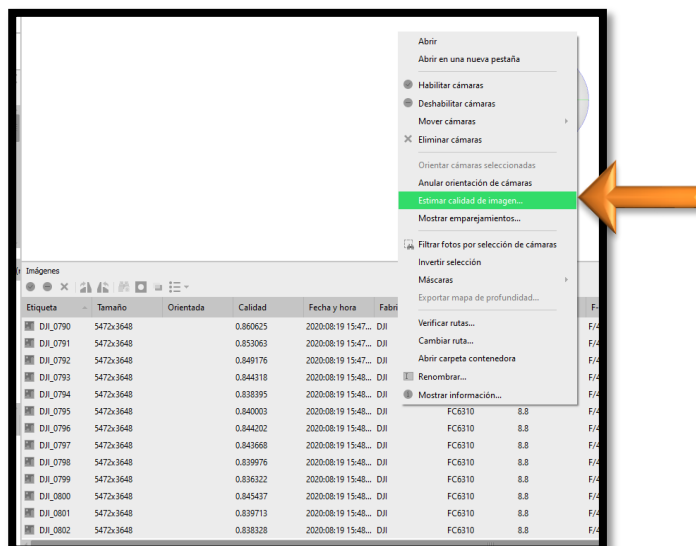


Seleccionar todas las imágenes/Abrir

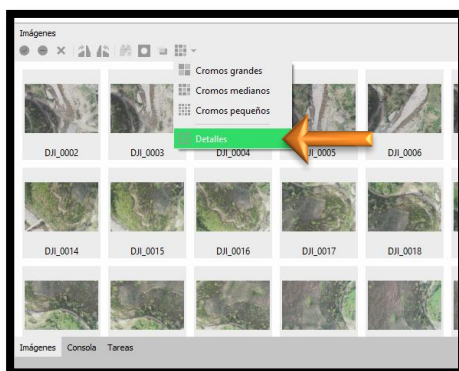


PASO 2. Ver la calidad de las imágenes. Las imágenes que contengan menor a 0.8 de calidad se eliminaría ya que perjudicaría en la calidad del procesamiento.

Seleccionar todas las fotos/anti clic/Estimar calidad de las imágenes



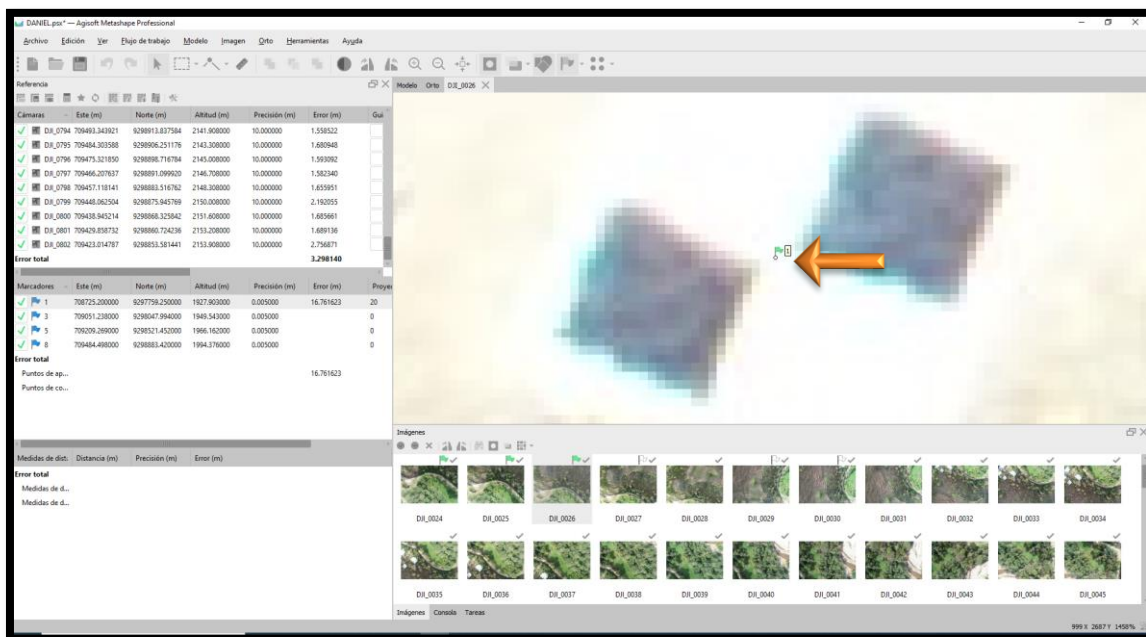
Detalles/eliminar fotos (menores a 0.8 de calidad)



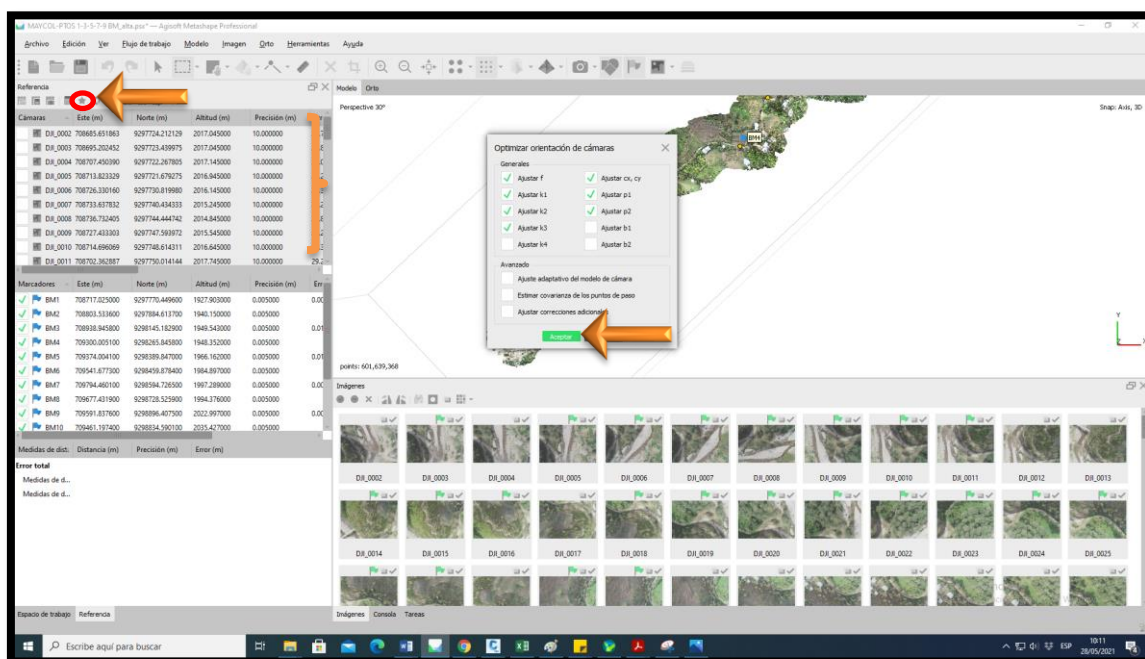
Etiqueta	Tamaño	Orientada	Calidad	Fecha y hora	Fabricante	Modelo	Distancia focal	F-stop	ISO	Velocidad de eb	Focal equivalen	Sensor X res	Sensor Y res	Orientaci
DJI_0790	5472x3648		0.860625	2020:08:19 15:47...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0791	5472x3648		0.853063	2020:08:19 15:47...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0792	5472x3648		0.849176	2020:08:19 15:47...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0793	5472x3648		0.844318	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0794	5472x3648		0.838395	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0795	5472x3648		0.840003	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0796	5472x3648		0.844202	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/160	24	0	0	
DJI_0797	5472x3648		0.843668	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/120.005	24	0	0	
DJI_0798	5472x3648		0.839976	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/120.005	24	0	0	
DJI_0799	5472x3648		0.836322	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/120.005	24	0	0	
DJI_0800	5472x3648		0.845437	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/120.005	24	0	0	
DJI_0801	5472x3648		0.839713	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/120.005	24	0	0	
DJI_0802	5472x3648		0.838328	2020:08:19 15:48...	DJI	FC6310	8.8	F/4.5	100	1/120.005	24	0	0	

PASO 3. Seleccionar cada imagen e incorporar su punto de control. Esto se tiene que hacer en todas las imágenes que aparezca la marca que se ha dejado en campo

Anti clic/insertar marcador

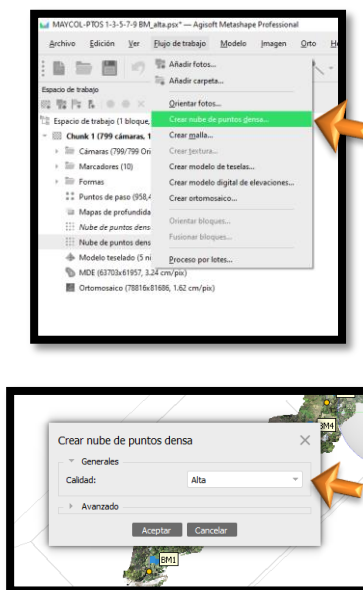


PASO 4. Se deselecciona la ubicación de geolocalización de las imágenes para que tome solo los puntos de control que se ha incorporado. Procedemos a optimizar la cámara para que todo el cambio se aplique.



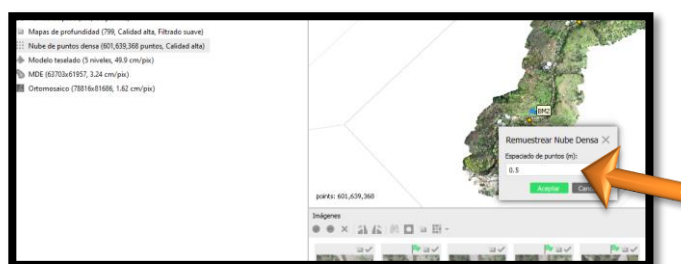
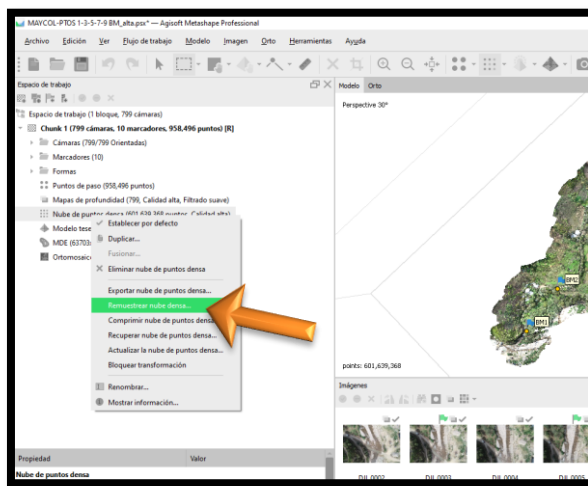
PASO 5. Creación de nube de puntos densa, esperamos a que termine el proceso para empezar a seguir con otros pasos que se redactan a continuación.

Flujo de trabajo/crear nube de puntos densa/calidad ALTA

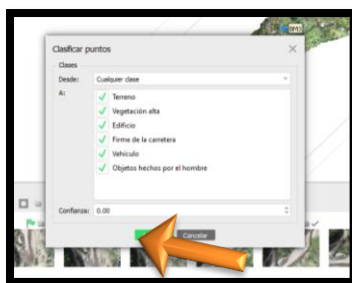
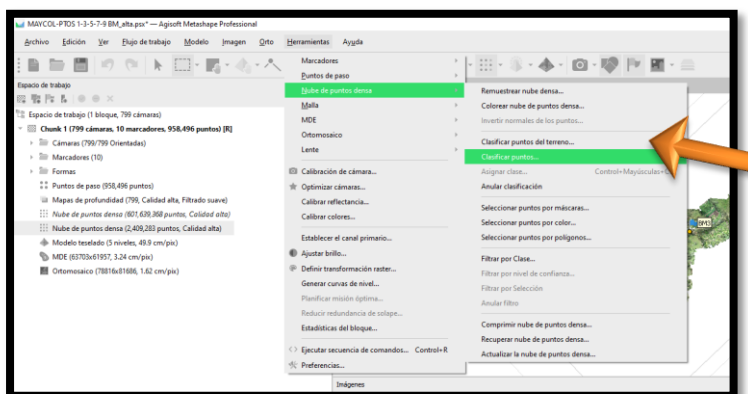


PASO 6. La cantidad de puntos a exportar es demasiado grande, 600 millones de puntos, por lo que se hará un re-muestreo @0.5m memorando a 2.4 millones de puntos.

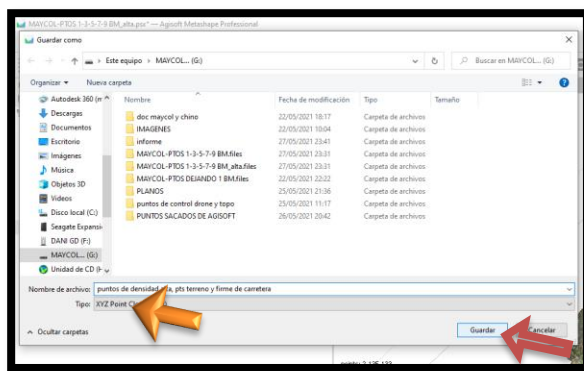
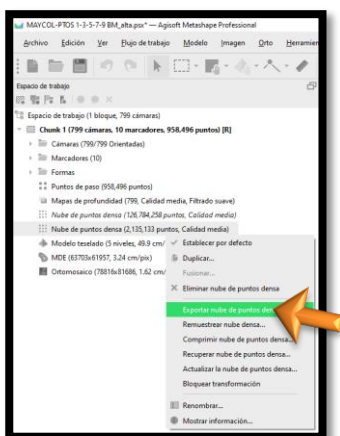
Flujo de trabajo/anti clic en nube de puntos densa/re-muestreo nube de puntos

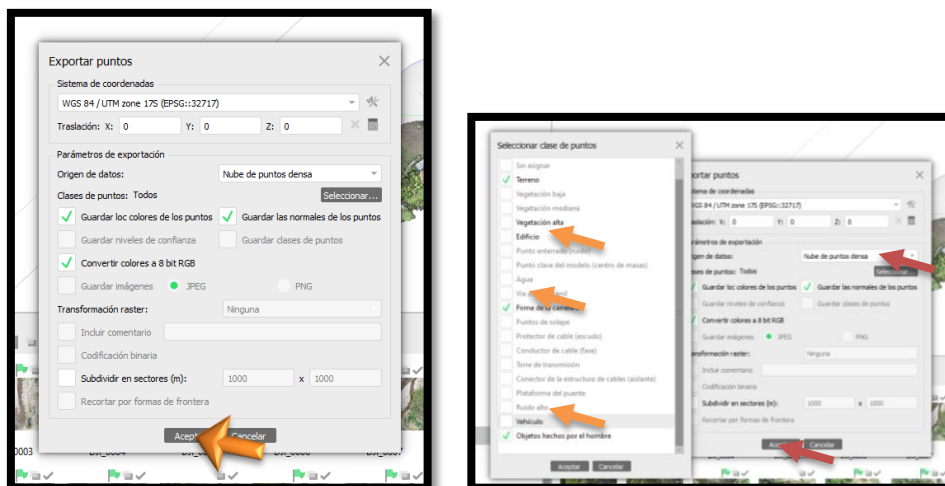


PASO 7. Se procede a clasificar la nube de puntos, es decir, separa a través de un algoritmo que maneja el programa Agisoft. lo clasifica terreno, vegetación alta, edificio o casa, firme de la carretera, vehículos y objetos hechos por el hombre.



PASO 8. Se procede a exportar la nube de puntos en formato .txt con la intención de poder editarlo en el programa Civil 3d. La cantidad de puntos disminuye a 1 millón de puntos aproximadamente.





Equipos utilizados:

- Equipo DRONE PHANTOM 4PRO con sus accesorios
- Computadora novena generación con procesador corel i9-ASUS

Personal requerido:

- Un técnico en fotogrametría
- Un auxiliar en fotogrametría

3.8 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>REC¿Cuál es el nivel de precisión que puede alcanzar un Drone Phantom 4 pro frente a un levantamiento topográfico convencional con estación total topcom E 105?</p>	<p>General:</p> <p>Comparar la precisión de levantamiento topográfico con la estación total y el Drone en el tramo de carretera Cas. Los Quispes al C.P. La granja.</p>	<p>El nivel de precisión que tiene la fotogrametría con Drone comparado con el levantamiento topográfico convencional, es decir, con la estación total se obtendrá una precisión que no sobrepasará la tolerancia establecida.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>La topografía del terreno</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>No experimental</p>
	<p>Específicos:</p>		<p>Población:</p>	<p>Nivel de investigación</p> <p>Descriptiva</p>
	<p>Determinar a través del software Agisoft Photoscan la nube de puntos proporcionada por la aerofotografía del Drone.</p> <p>Comparar las coordenadas y cotas de los puntos tomados con la Estación Total, el Nivel y el Drone en el tramo de la carretera de estudio.</p> <p>Determinar qué tipo de equipo se acondiciona mejor para hacer el levantamiento topográfico en el tramo de carretera de estudio.</p> <p>Determinar cuál de los equipos es más económicos para hacer levantamiento topográfico en el tramo de carretera de estudio.</p> <p>Determinar el equipo que demanda más tiempo en hacer un levantamiento topográfico en el tramo de carretera de estudio.</p>		<p>La población analizada está constituida por la carretera que comprende el tramo Caserío Los Quispe y el Centro Poblado de La Granja con una longitud de 2+241km.</p>	<p>Diseño de investigación</p> <p>Cuantitativa</p>
			<p>Muestra:</p> <p>El seccionamiento de la trocha cada 10m en línea recta y 5m en curva.</p>	<p>Técnicas de recolección de datos:</p> <p>Levantamiento topográfico con nivel.</p> <p>Levantamiento Topográfico con Estación Total Fotogrametría con Drone</p>

3.9 Consideraciones éticas

La investigación se realizó con las consideraciones éticas de reserva, anonimato y confiabilidad, por lo tanto, los hallazgos producto del resultado de toda la investigación no serán empleados para temas legales que podrán perjudicar a la institución o la persona quien lo realiza el estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Nube de puntos proporcionada por la aerofotografía del Drone

La nube de puntos que proporciona la aerofotogrametría procesada con el programa Agisoft se muestran a continuación que se expresara como una ortofoto. La nube de puntos clasificados en puntos de terreno, puntos forme de carreta y monumentos hechos por el hombre se encuentran en el apartado de anexos.

Ilustración 20. Nube de puntos densa en calidad alta, procesadas



Fuente. Propio

4.2 Comparación de Coordenadas y cotas

- ANÁLISIS DE LOS PUNTOS DE CONTROL

Se realizó un procesamiento con una calidad alta obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10. Tabla de comparación de puntos de control entre la Estación Total y el Drone

PUNTOS DE COMPARACION						
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	ERROR (X)	ERROR (Y)	ERROR (Z)
BM2_EST.TOTAL	708805.2397	9297884.9146	1940.150	0.296	0.262	0.316
BM2_DRONE	708805.5360	9297885.1770	1940.467			
BM4_EST.TOTAL	709300.0051	9298265.8458	1948.352	0.133	0.051	0.472
BM4_DRONE	709299.8718	9298265.8973	1948.824			
BM6_EST.TOTAL	709541.6773	9298459.8784	1986.447	0.057	0.000	0.561
BM6_DRONE	709541.7340	9298459.8780	1987.008			
BM8_EST.TOTAL	709677.4319	9298728.5259	1994.376	0.265	0.036	0.145
BM8_DRONE	709677.1670	9298728.4900	1994.521			
BM10_EST.TOTAL	709461.1974	9298834.5901	2035.427	0.099	0.155	1.430
BM10_DRONE	709461.0980	9298834.7447	2036.857			

Fuente. Propio.

Máximo error en X=0.296m

Máximo error en Y=0.262m

Máximo error en Z=1.430m

Tabla 11. Precisión de los puntos de comparación entre Estación Total y DRONE

PRECISIÓN			
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2	1/6766130	1/100222524	1/17340
BM4	1/15044643	1/511165537	1/11683
BM6	1/35394833	1/65750152037	1/10017
BM8	1/7577465	1/732612133	1/38904
BM10	1/20187718	1/170160080	1/4027

Fuente. Propio.

Menor precisión en X=1/6 766 130

Menor precisión en Y=1/100 222 524

Menor precisión en Z=1/4 027

En los resultados se tiene que la cota tiene una precisión de 1/4027 lo que indica que es menor a la precisión de 1/20 000 lo que no se puede considera para tomar medidas en alta calidad.

- ANÁLISIS DE CURVAS DE NIVEL

La curva de nivel presenta inconcurrencias por motivo de la vegetación y las sombras ocasionadas por las nubes o de la misma presencia de árboles que ocasionan las mismas. La vegetación presente en el área de estudio perjudica bastante para el procesamiento de imágenes. El programa Agisoft tiene un algoritmo en donde clasifica los puntos permitiendo seleccionar lo necesario para obtener el relieve de un terreno, pero en gran cantidad de tramos corta la vegetación inapropiadamente quedando puntos con cotas elevadas que se posicionan en las copas de los árboles ocasionando en las curvas de nivel tupidas líneas representando pequeños montículos de terreno (Ver Anexo N°10-PLANOS)

- ANÁLISIS DE PERFIL LONGITUDINAL

El perfil longitudinal es el producto de la creación de las curvas de nivel. También existe incongruencias las cuales se ha legado al resultado que es por el mismo motivo que ocurre en las curvas de nivel, la presencia de la vegetación. (Ver Anexo N°09-PLANOS)

- ANÁLISI DE SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales es el producto de la creación de las curvas de nivel. También existe incongruencias las cuales se ha legado al resultado que es por el mismo motivo que ocurre en las curvas de nivel, la presencia de la vegetación. Se ha tomado secciones del terreno en tangente cada 20m y en curva cada 10m.

4.3 Tipo de equipo que se acondiciona mejor en el área de estudio

Por la experiencia en campo los equipos que se condiciona mejor es el DRONE por su versatilidad de manejo.

VENTAJAS EN CAMPO	DESVENTAJAS EN CAMPO
-Necesita solo 1 técnico y 1 auxiliar. -Tiempo en hacer un levantamiento topográfico es más rápido (un quinto del tiempo con Estación Total). -Es más fácil hacer el levantamiento (Anexo 6.6 y Anexo 6.10) solo se necesita puntos de control espaciados según la precisión que se requiera.	-Necesita 1 técnico y 2 auxiliares -Tiempo de hacer un levantamiento topográfico es más lento (cinco o seis veces más tiempo del levantamiento con Drone) -Es más difícil hacer el levantamiento topográfico (Anexo 6.4 y Anexo 6.5) en ocasiones la ortografía presenta pendientes pronunciadas esto hace que se complique más.

Fute. Propio

4.4 Análisis de costo en levantamientos topográficos

Los costos que se mencionan a continuación son para un proyecto de 2+461km de longitud de carretera. Los precios que se presentan no están incluido el transporte al lugar de estudio.

Tabla 12. Análisis de costos de levantamiento topográfico con Estación Total y Drone según el tiempo de trabajo.

Descripción	Estación Total	Drone
Alquiler de equipo	Estacion total leica ts-09: S/ 600 por 5días	Phantom 4Pro: S/ 160 por 2 horas
Equipo para el procesamiento de imágenes	CPU corel i7: S/ 200 por 2 día	CPU corel i7: S/ 200 por 2 días
Herramientas y materiales de trabajo	Yeso, pintura, cemento, agregado y estacas de fierro: S/100 por los 2.6km	Cartel para identificación puntos control: S/80 por 10 carteles
Cuadrilla topográfica	1 técnico y 2 auxiliares (inc.veáticos): S/1400 por 5 días	1 técnico y 1 auxiliar (inc.veáticos): S/ 200 por 1 día
Medio de transporte	Camioneta Hiulux a todo costo: S/1500 por 5 dias	Camioneta Hiulux a todo costo: S/300 por 1 dia
Cuadrilla Procesamiento datos	1 Técnico: S/200	1 Técnico: S/200
Total por 2+461km	S/4,000.00	S/1140.00
Total por 1+000km	S/1625.00	S/463.00

Fuente. Propio.

Tabla 13. Comparación de precios de equipos

Levantamiento topográfico con Estación. Total		Levantamiento topográfico con Drone	
Descripción	Precio	Descripción	Precio
Leica Ts-09	S/28,000.00	DJI Phantom 4Pro	S/9,500.00
CPU-Asus corel i7	S/3,000.00	CPU-Asus corel i7	S/3,000.00
		Table	S/500.00
Total	S/31,000.00	Total	S/14,800.00

Fuente. Propio.

Tabla 14. Comparación de alquiler de equipos

Levantamiento topografico con Est. Total				Levantamiento topografico con Drone			
Descripcion	Unidad	Cantidad	Sub total	Descripcion	Unidad	Cantidad	Sub total
Leica Ts-09	S/ 120 por día	5 dias	S/ 600.00	DJI Phantom 4Pro	S/ 120 por día	1	S/ 120.00
CPU-Asus corel i7	S/ 80 por día	1 dia	S/ 80.00	CPU-Asus corel i7	S/ 100 por día	2	S/ 200.00
Total			S/ 680.00	Total			S/ 320.00

Fuente. Propio.

4.5 . Análisis de tiempo en levantamientos topográficos

El levantamiento topográfico se realizó con las siguientes condiciones:

LNGITUD (km)	TOPOGRAFIA DEL TERRENO	ESTADO DEL CLIMA	VEGETACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m)
2+461	ONDULADO	SOLEADO	DENSA.	2000 aprox.

Cabe mencionar que para el levantamiento topográfico no se tomó en cuenta el tiempo de monumentación de los puntos de control, reconocimiento de campo, ni el tiempo de traslado. El cuadro adjunto se realizó con las experiencias vividas al momento de realizar la presente investigación.

Tabla 15. Relación de tiempos

DESCRIPCION	ESTACION TOTAL (hr)	DRONE (hr)
Trabajo de campo	40	2
Trabajo en gabinete	6	5
Total	46	7

Fuente. Propio.

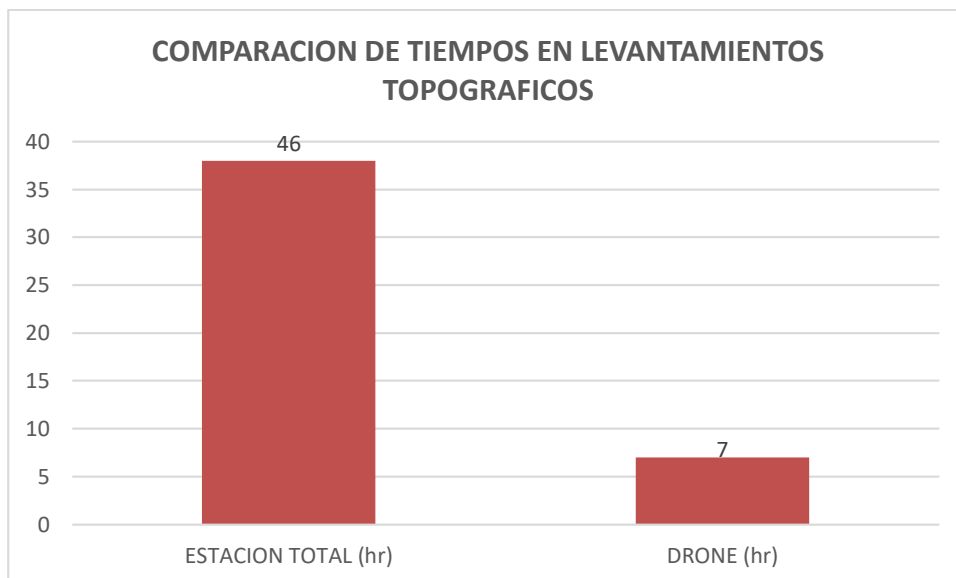
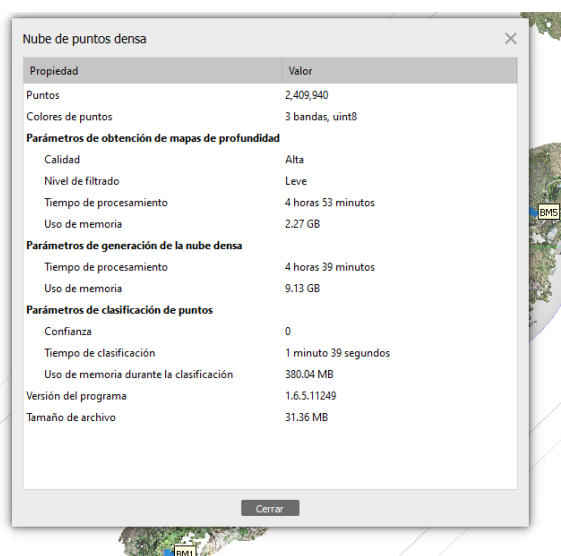


Ilustración 21. Características del procesamiento de imágenes con el programa Agisoft.



Fuente. Propio.

V. CONCLUSIONES

1. La nube de puntos es el producto del procesamiento de imágenes que el Drone proporciona debido a una aerofotografía. A partir de la nube de puntos se extrae otros factores como una ortofoto y un modelo digital de elevaciones (MDE). Así mismo, la nube de puntos se puede clasificar en un limitado listado de componentes entre ellos están los puntos de terreno y puntos del firme de la carretera que son los dos más importantes para un proyecto de carreteras sin dejar de lado también los puntos de las viviendas anexas a la vía.
2. El mayor error, tomando como base el levantamiento topográfico tradicional, por el Este (X) es el BM02 de 0.296m, por el Norte (Y) en el BM02 de 0.262m y en Cota (Z) en el BM10 con 1.43m en donde el Manual para Carreteras (Especificaciones técnicas del MTC) indica que debe haber una diferencia de cotas de 5mm entre cada punto de control distanciadas a 500m aproximadamente y la diferencia de cotas para la presente investigación sobrepasa ese límite y no se puede considerar como medida confiable. Respeto al comparativo planímetro, tomando como referencia al manual antes mencionado, se debe tener un error aproximado de 0.003m por una poligonal cerrada de 500m, en ese caso en planimetría el error supera generando una imprecisión considerable.

Tabla 16. Resumen de errores encontrados

DESCRIPCION	ERROR LINEAL (M)			PRECISIÓN		
	PLANIMETRIA		ALTIMETRIA	PLANIMETRIA		ALTIMETRIA
	ERROR (X)	ERROR (Y)	ERROR (Z)	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2_EST.TOTAL	0.296	0.262	0.316	1/6766130	1/100222524	1/17340
BM2_DRONE						
BM4_EST.TOTAL	0.133	0.051	0.472	1/15044643	1/511165537	1/11683
BM4_DRONE						
BM6_EST.TOTAL	0.057	0	0.561	1/35394833	1/65750152037	1/10017
BM6_DRONE						
BM8_EST.TOTAL	0.265	0.036	0.145	1/7577465	1/732612133	1/38904
BM8_DRONE						
BM10_EST.TOTAL	0.099	0.155	1.43	1/20187718	1/170160080	1/4027
BM10_DRONE						

Fuente. Propio.

Las curvas de nivel sobrepuestas no coinciden por motivo que la clasificación con el Software Agisoft no depura adecuadamente la vegetación del terreno y hace presencia de pequeños cerros en reemplazo de un árbol. Lo mismo ocasiona la vegetación densa en la creación del perfil longitudinal y secciones transversales como se muestran en los planos adjuntos. (Ver planos en anexos)

3. El equipo que se acondiciona mejor al área de estudio por tema de trabajabilidad es el Drone, el equipo no requiere tener contacto directo con el terreno lo que hace más fácil su levantamiento y más rápido. En cambio, la estación total se requiere un contacto permanente con el terreno, lo que hace más complicado el exceso cuando exista pendientes de terrenos considerables y una vegetación que no permita lazar la mira del equipo.
4. Los costos como en todo proyecto se buscan reducir al máximo. El levantamiento Topográfico sin contar el transporte al lugar de estudio está costando S/4,000.00 nuevos soles y el levantamiento con Drone está costando S/ 1,140.00 nuevos soles. Estos costos esta desde el primer día en campo hasta el informe respectivo que emite cada profesional para los diferentes levantamientos llegando a determinar que para hacer un levantamiento con Estación Total es 4 veces más que con Drone. La comparación de precios de equipos con todos sus accesorios para el levantamiento convencional es de S/31,000.00 nuevos soles y para un levantamiento con drone es de S/15,808.00 nuevos soles, llegando a determinar que está costando 2 veces más en adquirir los equipos para un levantamiento tradicional. Y por supuesto, la comparación en tema de alquiler es de S/ 680.00 nuevos soles para hacer un levantamiento tradicional mas costoso que alquilar los euipos para un levantamiento con drone que estamos hablando alrededor de S/ 320.00 nuevos soles.
5. El levantamiento topográfico con Drone se hace con menor tiempo en los dos factores que se asimilan para ambos levantamientos que es campo y gabinete. En campo para el Drone son en promedio de 2 horas en cambio para la Estación Total son 40 horas y en gabinete el Drone demanda de tiempo de 5 horas y la Estación Total de 6 horas. El trabajo en Drone en campo es más versátil y sencillo. La Estación total demanda más tiempo por tener más contacto con el terreno y a su vez complica al personal cuando las condiciones climáticas como topográficas son desfavorables.

VI. RECOMENDACIONES

1. Como primera recomendación es respecto al procesamiento de imágenes en el software, Agisoft tiene niveles de procesamiento baja, medio, alta y extra alta. Se recomienda en calidad Alta porque procesar las imágenes en Extra alta se requiere de Computadoras más potentes, casi como un Servidor.
2. Para hacer un levantamiento del terreno con Drone se debe apoyar de la Topografía convencional. Para carreteras se recomienda puntos de control cada 500m con una nivelación cerrada con error de cierre menor a $0.02\sqrt{k}$.
3. Recomiendo el uso de Drone como forma complementaria al levantamiento topográfico tradicional. La diferencia de medidas no amerita como una medida precisa y confiable.
4. Tener en cuenta el estado climatológico para poder hacer un vuelo con Drone. Las sombras disminuyen la calidad del procesamiento. Para la altura de vuelo del Drone se debe tener en cuenta los objetos presentes en el área del proyecto que tienen mayor altura, añadir el margen de error del GPS y factor de seguridad.
5. La economización de dinero en proyectos es importante, si el levantamiento es referencial o tomado como reconocimiento de campo usar el Drone y con profesionales experimentados en la materia, caso contrario usar la Estación Total.
6. Los tiempos en un proyecto son muy importantes, la precisión delimita que equipo se debe usar, si es para una topografía como reconocimiento o cartografía recomiendo que se debe usar el Drone.
7. La altura de vuelo responde principalmente al relieve y la altura de los árboles en campo, en algunas ocasiones por las torres de luz si los hubiera. El Gps tiene su margen de error en tiempo real, el software que controla al Drone suma otro error, a eso se debe adicionar la altura del árbol más alto y un factor de seguridad. Sumado todo eso se recomienda una altura entre 40 a 50m en zona de sierra.

VII. REFERENCIAS

- [1] V. Elsado, «UNITEC,» 27 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://blogs.unitec.mx/vida-universitaria/increibles-inventos-de-la-ingenieria-del-ultimo-siglo>.
- [2] Instituto de la Construcción y gerencia, Carreteras, Séptima Edición ed., ICG, 2015.
- [3] A. M. Ruiz Armenteros, J. L. García Balboa y J. . L. Mesa Mingorance, «ERROR, INCERTIDUMBRE, PRECISIÓN Y EXACTITUD,» *CICUM*, pp. 1-8, 2010.
- [4] J. Mensoza Dueñas, Topografía Técnicas Modernas, 2008 ed., Lima, 2008.
- [5] H. Bonneval, Photogrammétrie générale, Primera Edición ed., Francia: Eyrolles, 1972.
- [6] E. Quirós Rosado, «Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicada a la Ingeniería Civil,» C/Calderos, Cáceres, 2014.
- [7] R. CLAROS ZELAYA, A. GUEVARA AGUILAR y . N. PACAS CRUZ, «APLICACIÓN DE FOTOGRAMETRÍA AÉREA EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS,» EL SALVADOR, 2016.
- [8] CHICLAYO DRONES, *Fotogrametría*, Chiclayo, 2019.
- [9] A. Bannister, S. Raymond y R. Baker, Técnicas modernas de Topografía, vol. Séptima Edición, Alfaomega, 2002.
- [10] GeoBit Consulting SL, «Agisoft PhotoScan,» [En línea]. Available: <https://www.agisoft.es/products/agisoft-photoscan/>.
- [11] AUTODESK, «CIVIL 3D,» 2019.
- [12] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia.,» Lima, Peru, 2015.
- [13] L. P. Diego Wilfredo, *USO DE CUATRO MÉTODOS TOPOGRÁFICOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS CON EL OBJETO DE EVALUAR LA PRECISIÓN Y COSTOS DE CADA UNO. CASO REAL TALUDES DE LA VÍA E35 COLIBRÍ – PIFO, SECTOR KM 20 – KM 24*, Quito, Ecuador, 2018.
- [14] J. A. Sánchez Sobrino, «Introducción a la Fotogrametría,» España, 2007.
- [15] ASPRS, «Sociedad Americana de Fotogrametría y telecomunicaciones,» [En línea]. Available: <https://www.asprs.org/>.
- [16] J. G. CORREDOR DAZA, «IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE,» Bogotá, Colombia, 2015.
- [17] I. J. Sanchez Vargas, «DETERMINAR EL GRADO DE CONFIABILIDAD DEL,» Chimbote, Perú, 2017.
- [18] ELDRONE, «Historia de los Drones,» 29 05 2015. [En línea]. Available: <http://eldrone.es/historia-de-los-drones/>.
- [19] AUTODESK, «AutoCAD,» 2019.

2. Presupuesto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO " COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON LA ESTACION TOTAL Y EL DRON EN EL TRAMO DE LA CARRETA CON RELIEVE ACCIDENTADO CON Y SIN VEGETACION DEL CASERIO LOS QUISPES AL C.P LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"						
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	PRECIO U	PARCIAL	TOTAL
0.01	RECURSOS HUMANOS					S/2,400.00
	Personal de apoyo para la Estación Total	Jordana	24	S/50.00	S/1,200.00	
	Peronal de apoyo para el Drone	Jornada	24	S/50.00	S/1,200.00	
0.02	MATERIALES					S/1,422.00
	Papel bond A4-20g	millar	1	S/13.00	S/13.00	
	Disco duro de 1 teras	unid.	1	S/500.00	S/500.00	
	Micro SD de 32g C-30	unid.	1	S/300.00	S/300.00	
	CD, DVD	unid.	6	S/1.50	S/9.00	
	utiles de escritorio	glb	1	S/300.00	S/300.00	
	Libros y manuales relacionado con el tema	glb	1	S/200.00	S/200.00	
	Material de apoyo para levantamiento topográfico	glb	1	S/100.00	S/100.00	
0.03	ALQUILER Y/O ADQUISICIÓN DE EQUIPOS					S/15,000.00
	Computadora	und.	1	S/6,000.00	S/6,000.00	
	Laptop	unid.	1	S/3,000.00	S/3,000.00	
	Alquiler Drone Phantom 4 pro	unid	1	S/3,000.00	S/3,000.00	
	Ipad	unid	1	S/1,500.00	S/1,500.00	
	Cámara Digital	und.	1	S/700.00	S/700.00	
	Impresora para papel A4	und.	1	S/800.00	S/800.00	
	Alquiler Estación total toptom E 105	glb	7	S/120.00	S/840.00	
0.04	ADQUISICION DE PROGRAMAS DE COMPUTO					S/169.90
	MAP PILOT	glb	1	S/169.90	S/169.90	
0.05	SERVICIOS DE TERCEROS					S/2,212.00
	Ambiente de trabajo (incluye servicios)	mes	4	S/300.00	S/1,200.00	
	Servicio de internet	mes	4	S/200.00	S/800.00	
	Ploteos de planos	und.	30	S/4.00	S/120.00	
	Anillados	und.	4	S/8.00	S/32.00	
	Empastado	und.	2	S/30.00	S/60.00	
0.06	VIÁTICOS Y ASIGNACIONES	glb	1			S/720.00
	Movilidad al lugar de estudio	dia	24	S/20.00	S/480.00	
	Alimentación por jornada de tranajo	dia	24	S/10.00	S/240.00	
COSTOS TOTAL DE TESIS						S/21,923.90

3. Financiamiento

- Recursos propios

RECURSOS PROPIOS						
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	PRECIO U	PARCIAL	TOTAL
0.02	MATERIALES					\$/1,122.00
	Papel bond A4-20g	millar	1	\$/13.00	\$/13.00	
	Disco duro de 1 teras	unid.	1	\$/500.00	\$/500.00	
	CD, DVD	unid.	6	\$/1.50	\$/9.00	
	utilies de escritorio	glb	1	\$/300.00	\$/300.00	
	Libros y manuales relacionado con el tema	glb	1	\$/200.00	\$/200.00	
	Material de apoyo para levantamiento topográfico	glb	1	\$/100.00	\$/100.00	
0.03	ALQUILER Y/O ADQUISICIÓN DE EQUIPOS					\$/6,000.00
	Laptop	unid.	1	\$/3,000.00	\$/3,000.00	
	Ipad	unid.	1	\$/1,500.00	\$/1,500.00	
	Cámara Digital	und.	1	\$/700.00	\$/700.00	
	Impresora para papel A4	und.	1	\$/800.00	\$/800.00	
0.05	SERVICIOS DE TERCEROS					\$/2,000.00
	Ambiente de trabajo (incluye servicios)	mes	4	\$/300.00	\$/1,200.00	
	Servicio de internet	mes	4	\$/200.00	\$/800.00	
0.06	VIÁTICOS Y ASIGNACIONES					\$/720.00
	Movilidad al lugar de estudio	dia	24	\$/20.00	\$/480.00	
	Alimentación por jornada de tranajo	dia	24	\$/10.00	\$/240.00	
COSTOS TOTAL DE TESIS						\$/9,842.00

- Recursos laboratorio USAT

RECURSOS LABORATORIO USAT						
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	PRECIO U	PARCIAL	TOTAL
0.02	MATERIALES					\$/300.00
	Micro SD de 32g C-30	unid.	1	\$/300.00	\$/300.00	
0.03	ALQUILER Y/O ADQUISICIÓN DE EQUIPOS					\$/3,000.00
	Drone Phantom 4 pro	unid	1	\$/3,000.00	\$/3,000.00	
COSTOS TOTAL DE TESIS						\$/3,300.00

- Recursos no disponibles: autofinanciamiento

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO " COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO						
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	PRECIO U	PARCIAL	TOTAL
0.01	RECURSOS HUMANOS					\$/2,400.00
	Personal de apoyo para la Estación Total	Jordana	24	\$/50.00	\$/1,200.00	
	Peronal de apoyo para el Drone	Jornada	24	\$/50.00	\$/1,200.00	
0.03	ALQUILER Y/O ADQUISICIÓN DE EQUIPOS					\$/6,840.00
	Computadora	und.	1	\$/6,000.00	\$/6,000.00	
	Alquiler Estación total toptom E 105	glb	7	\$/120.00	\$/840.00	
0.04	ADQUISICION DE PROGRAMAS DE COMPUTO					\$/169.90
	MAP PILOT	glb	1	\$/169.90	\$/169.90	
0.05	SERVICIOS DE TERCEROS					\$/212.00
	Ploteos de planos	und.	30	\$/4.00	\$/120.00	
	Anillados	und.	4	\$/8.00	\$/32.00	
	Empastado	und.	2	\$/30.00	\$/60.00	
COSTOS TOTAL DE TESIS						\$/9,621.90

ANEXO N°2. DOCUMENTOS PARA PERMISOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

DOCUMENTO N°2.1: Cargo de Constancia de la no existencia del proyecto



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION Y LA IMPUNIDAD"

Querocoto, 10 de Mayo del 2019

CARTA N° 01-2019

Sr. Elder Fernández Núñez
Alcalde Distrital de Querocoto
Presente. -

Atención : Ing. Wilinton Cachi Gallardo
Gerente de Municipalidad

Asunto : Solicito constancia

MUNICIPALIDAD DISTRITAL QUEROCOTO-CHOTA	
MESA DE PARTE	
REG. N°:	317-2019
FOLIOS:	01
FECHA:	17-05-2019
HORA:	3:39 PM

REFERENCIA: a) PROYECTO DE TESIS DENOMINADO "COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON LA ESTACION TOTAL TOPCOM MODELO ES 105 Y EL DRONE MODELO PHANTOM 4 PRO EN EL TRAMO DE LA CARRETA DE RELIEVE ACCIDENTADO CON DENSA VEGETACION DEL TRAMO C.P PARAGUAY - C.P LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA".

Por medio de la presente Yo, Maycol Roy Guevara Diaz identificado con DNI N°77084745, natural de C.P La Granja, con domicilio en Av. Mariano Cornejo N° 298, distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo, estudiante del octavo ciclo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la Facultad de Ingeniería Civil & Ambiental, le saludo cordialmente, y en atención al asunto de la referencia, solicitarle una CONSTANCIA que indique que el mencionado proyecto no cuenta con código SNIP, ni se encuentra en el BANCO DE PROYECTOS de la municipalidad del distrito de Querocoto para elaborar mi tesis denominado "COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON LA ESTACION TOTAL TOPCOM MODELO ES 105 Y EL DRONE MODELO PHANTOM 4 PRO EN EL TRAMO DE LA CARRETA DE RELIEVE ACCIDENTADO CON DENSA VEGETACION DEL TRAMO C.P PARAGUAY - C.P LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA.

Agradeciendo de antemano su apoyo, el cual dará conocimientos muy importantes así como también obtendrá toda la información para un posible proyecto que se pueda ejecutar posteriormente.

Atentamente,


Guevara Diaz Maycol Roy
DNI: 77084745

DOCUMENTO N°2.2: Cargo de Autorización de acceso a información y permiso para estudios emitido por la Municipalidad de Querocoto.

CARGO

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Querocoto, 10 de Mayo del 2019

MUNICIPALIDAD DISTRITAL QUEROCOTO, CHOTA
MESA DE PARTE
REG. N°: 318 - 2019
FOLIOS: 01
FECHA: 17-05-2019
HORA: 3:41 PM
FRMA

CARTA N° 01-2019

Sr. Elder Fernández Núñez
Alcalde Distrital de Querocoto
Presente. -

Atención : Ing. Wilinton Cachi Gallardo
Gerente de Municipalidad

Asunto : Solicita Autorización para Elaboración del Estudio Investigativo para Proyecto de Tesis en el Distrito de Querocoto.

REFERENCIA: a) PROYECTO DE TESIS DENOMINADO "COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON LA ESTACION TOTAL TOPCOM MODELO ES 105 Y EL DRONE MODELO PHANTOM 4 PRO EN EL TRAMO DE LA CARRETA DE RELIEVE ACCIDENTADO CON DENSA VEGETACION DEL TRAMO C.P PARAGUAY - C.P LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA".

Por medio de la presente Yo, Maycol Roy Guevara Diaz identificado con DNI N°77084745, natural de C.P La Granja, con domicilio en Av. Mariano Cornejo N° 298 , distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo, estudiante del octavo ciclo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la Facultad de Ingeniería Civil & Ambiental, le saludo cordialmente, y en atención al asunto de la referencia, solicitarle su autorización, para poder realizar mi trabajo de Investigación y sustentación de Tesis denominada "Comparación de precisión del levantamiento topográfico con la estación total topcom modelo ES 105 y el Drone modelo Phantom 4 pro en el tramo de la carreta de relieve accidentado con densa vegetación del tramo C.P Paraguay - C.P La granja del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca",

Agradeciendo de antemano su apoyo, el cual dará conocimientos muy importantes así como también obtendrá toda la información para un posible proyecto que se pueda ejecutar posteriormente.

Atentamente,



Guevara Diaz Maycol Roy
DNI: 77084745

DOCUMENTO N°2.3: Constancia de la no existencia del proyecto



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
QUEROCOTO



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

Querocoto, 13 de mayo del 2019

CONSTANCIA

Gerente de la Municipalidad Distrital de Querocoto.

HACE CONSTAR

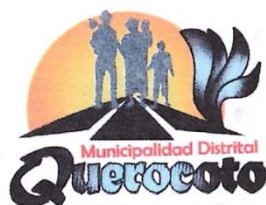
Que el proyecto de nombre "COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON LA ESTACION TOTAL Y EL DRON EN EL TRAMO DE LA CARRETA CON RELIEVE ACCIDENTADO CON Y SIN VEGETACION DEL CASERIO LOS QUISPES AL C.P LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA", no se encuentra con código SNIP y tampoco se encuentra en el banco de proyectos de la Municipalidad de Querocoto.

Por lo que se expide la presente constancia para los fines que el interesado crea conveniente.

Atentamente,


 Municipalidad Distrital Querocoto
 Ing. Wilinton Cachi Callardo
 GERENTE MUNICIPAL

DOCUMENTO N°2.4: Autorización de acceso a información y permiso para estudios emitido por la Municipalidad de Querocoto.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
QUEROCOTO



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

Querocoto, 13 de mayo del 2019

AUTORIZACIÓN

Gerente de la Municipalidad Distrital de Querocoto

HACE CONSTAR

Que el joven, Guevara Díaz Maycol Roy con DNI: 77084745, estudiante de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, puede tener acceso a la información que obran en los archivos municipales previa autorización del Gerente de la Municipalidad; así mismo se le autoriza que puede realizar sus estudios de investigación en la zona de influencia donde se desarrollara el proyecto de nombre "COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON LA ESTACION TOTAL Y EL DRON EN EL TRAMO DE LA CARRETA CON RELIEVE ACCIDENTADO CON Y SIN VEGETACION DEL CASERIO LOS QUISPES AL C.P LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA", por lo que se expide la presenta constancia para los fines que el interesado crea conveniente.

Atentamente,


 Municipalidad Distrital Querocoto
 Ing° Wilington Cachi Gallardo
 GERENTE MUNICIPAL

DOCUMENTO N°2.5: Declaración jurada



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ART. 400 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1046

Yo: **MAYCOL ROY GUEVARA DIAZ**, identificado con DNI N° 77084745, con código universitario: 141TS49653, con domicilio en AV. Mariano Cornejo N° 298 del distrito de la José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, y alumno de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro **BAJO JURAMENTO** que el proyecto denominado: **"COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON LA ESTACIÓN TOTAL Y EL DRONE EN EL TRAMO DE LA CARRETERA DEL TRAMO CASERÍO LOS QUISPES AL C.P. LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA."**, no ha sido ni viene siendo desarrollado por ninguna persona o institución, sometiéndome a las sanciones que tiene la Universidad, por lo cual firmo el presente documento en señal de veracidad.

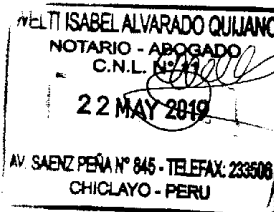
Chiclayo, Mayo del 2019

Guevara Díaz Maycol Roy

CERTIFICO: Que la ~~firma~~ ^{RPM N° 77084745} que antecede corresponde (a) MAYCOL ROY GUEVARA DIAZ ⁷⁷⁰⁸⁴⁷⁴⁵



Identificado (a) con _____ Chiclayo.



ANEXO N°3. INFORMACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

CUADRO N°3.1: Datos generales del Distrito de Querocoto

Departamento	Cajamarca
Provincia	Chota
Distrito	Querocoto
Altura (m.s.n.m)	2426
Extensión Territorial (km²)	301.10
Población (hab.)	8849.00
Densidad Poblacional (hab/km²)	29.39

Fuente: INEI, Censos 2017 – Municipalidad Distrital de Querocoto

CUADRO N°3.2: Distancia recorrida desde la ciudad de Chiclayo a la zona de proyecto

RUTA	DISTAN. (KM)	TIEMPO DE VIAJE (min)	VÍA	MEDIO DE TRANSPORTE
Chiclayo – Cruce Huambos	153	180	Asfaltada	Camioneta
Cruce Huambos-Querocoto	29.3	90	Trocha carrozable	Camioneta
Querocoto - Los Quispes	22	90	Trocha carrozable	Camioneta
TOTAL	204.3	360=6hor		

Fuente: Google Maps y Fuente Propia

CUADRO N°3.3: Precios de los equipos en estudio

DESCRIPCIÓN	PRECIO
ESTACIÓN TOTAL	\$. 5500.00
DRONE PHANTOM 4 PRO	\$. 2160.00

Fuente. Geotop (distribuidor autorizado DJI)

ANEXO N°4. CORRECCION DE COTAS Y POLIGONAL DE APOYO

TABLA N°4.1. Procesamiento de datos de BM1-BM2 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM1:E1	0	1.133		1927.903
2	8	1.441	0.889	1928.147
3	20	2.215	0.796	1928.792
4	30	2.351	0.317	1930.690
5	24	2.441	0.088	1932.953
6	30	2.107	0.217	1935.177
7	30	2.161	0.157	1937.127
8	36	1.251	0.573	1938.715
9	24	1.238	0.422	1939.544
BM2	24		0.629	1940.153
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM2	0	0.711		1940.153
9	20	0.801	1.275	1939.589
8	16	0.419	1.251	1939.139
7	26	0.145	2.042	1937.516
6	20	0.233	3.141	1934.520
5	24	0.473	2.341	1932.412
4	24	0.457	2.127	1930.758
3	32	0.489	1.851	1929.364
2	32	0.341	1.045	1928.808
BM1:E1	26		1.241	1927.908
DIST. TOTAL	446			m

ERROR	=	0.005
-------	---	-------

TOLERANCIA	=	0.013
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM1:E1	1927.903	0		1927.903
2	1928.147	8	0.000	1928.146
3	1928.792	28	0.000	1928.791
4	1930.690	58	0.001	1930.689
5	1932.953	82	0.001	1932.952
6	1935.177	112	0.001	1935.175
7	1937.127	142	0.002	1937.125
8	1938.715	178	0.002	1938.713
9	1939.544	202	0.002	1939.541
BM2	1940.153	226	0.003	1940.150
9	1939.589	246	0.003	1939.586
8	1939.139	262	0.003	1939.136
7	1937.516	288	0.003	1937.512
6	1934.520	308	0.003	1934.516
5	1932.412	332	0.004	1932.408
4	1930.758	356	0.004	1930.754
3	1929.364	388	0.004	1929.359
2	1928.808	420	0.005	1928.803
BM1:E1	1927.908	446	0.005	1927.903

Fuente. Propio.

TABLA N°4.2. Procesamiento de datos de BM2-BM3 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM2	0	2.918		1940.150
1	36	2.470	0.319	1942.749
2	30	2.173	0.139	1945.080
3	26	1.239	0.982	1946.271
4	30	1.248	1.351	1946.159
5	27	1.363	1.949	1945.458
6	30	2.449	1.403	1945.418
7	28	2.714	0.475	1947.392
BM3	30		0.567	1949.539
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM3	0	0.664		1949.539
7	33	0.232	3.107	1947.096
6	27	1.489	2.485	1944.843
5	30	1.744	1.712	1944.620
4	25	1.517	1.649	1944.715
3	30	1.851	1.593	1944.639
2	25	1.753	2.249	1944.241
1	30	0.209	3.265	1942.729
BM2	25		2.796	1940.142
DIST. TOTAL	462	m		

ERROR	=	-0.008
-------	---	--------

TOLERANCIA	=	0.014
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM2	1940.150	0		1940.150
1	1942.749	36	-0.001	1942.750
2	1945.080	66	-0.001	1945.081
3	1946.271	92	-0.002	1946.273
5	1945.458	122	-0.002	1945.460
6	1945.418	149	-0.003	1945.421
7	1947.392	179	-0.003	1947.395
BM3	1949.539	207	-0.004	1949.543
7	1947.096	240	-0.004	1947.100
6	1944.843	273	-0.005	1944.848
5	1944.620	300	-0.005	1944.625
4	1944.715	330	-0.006	1944.721
3	1944.639	355	-0.006	1944.645
2	1944.241	385	-0.007	1944.248
1	1942.729	410	-0.007	1942.736
BM2	1940.142	440	-0.008	1940.150

Fuente. Propio.

TABLA N°4.3. Procesamiento de datos de BM3-BM4 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM3	0.00	1.879		1949.543
1	12.00	1.767	0.332	1951.090
2	14.00	0.771	0.459	1952.398
3	41.00	1.269	2.472	1950.697
4	14.00	1.708	0.617	1951.349
5	14.00	0.716	0.257	1952.800
6	24.00	1.237	1.104	1952.412
7	32.00	1.515	0.598	1953.051
8	30.00	0.889	1.102	1953.464
9	28.00	0.405	2.646	1951.707
10	25.00	1.249	3.449	1948.663
11	39.00	0.917	0.813	1949.099
BM4	28.00		1.657	1948.359
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM4	0.00	1.749		1948.359
11	35.00	0.219	0.921	1949.187
10	41.00	2.136	1.353	1948.053
9	37.00	3.362	1.215	1948.974
8	33.00	1.096	1.021	1951.315
7	36.00	1.272	2.005	1950.406
6	32.00	0.145	0.678	1951.000
5	15.00	0.641	0.792	1950.353
4	15.00	0.522	1.392	1949.602
3	28.00	2.496	1.459	1948.665
2	25.00	0.481	1.344	1949.817
1	15.00	0.983	0.434	1949.864
BM3	26.00		1.29	1949.557
DIST. TOTAL	639	m		

ERROR	=	0.014
-------	---	-------

TOLERANCIA	=	0.016
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM3	1949.543	0.00		1949.543
1	1951.090	12.00	0.000	1951.089
2	1952.398	26.00	0.001	1952.397
3	1950.697	67.00	0.001	1950.695
4	1951.349	81.00	0.002	1951.347
5	1952.800	95.00	0.002	1952.797
6	1952.412	119.00	0.003	1952.409
7	1953.051	151.00	0.003	1953.047
8	1953.464	181.00	0.004	1953.460
9	1951.707	209.00	0.005	1951.702
10	1948.663	234.00	0.005	1948.657
11	1949.099	273.00	0.006	1949.093
BM4	1948.359	301.00	0.007	1948.352
11	1949.187	336.00	0.007	1949.179
10	1948.053	377.00	0.008	1948.044
9	1948.974	414.00	0.009	1948.964
8	1951.315	447.00	0.010	1951.305
7	1950.406	483.00	0.011	1950.395
6	1951.000	515.00	0.011	1950.988
5	1950.353	530.00	0.012	1950.341
4	1949.602	545.00	0.012	1949.590
3	1948.665	573.00	0.013	1948.652
2	1949.817	598.00	0.013	1949.803
1	1949.864	613.00	0.013	1949.850
BM3	1949.557	639.00	0.014	1949.543

Fuente. Propio.

TABLA N°4.4. Procesamiento de datos de BM4-BM5 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM4	0	3.379		1948.352
1	33.44	3.774	0.107	1951.624
2	44.02	3.949	0.222	1955.176
3	57.51	4.216	0.118	1959.007
4	18.75	3.456	0.192	1963.031
BM5	15.14		0.321	1966.166
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM5	0	0.519		1966.166
4	20	0.349	3.452	1963.233
3	23	0.157	4.244	1959.338
2	15	0.355	4.614	1954.881
1	60	0.279	3.836	1951.400
BM4	50		3.319	1948.360
DIST. TOTAL	336.86	m		

ERROR	=	0.008
-------	---	-------

TOLERANCIA	=	0.012
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM4	1948.352	0		1948.352
1	1951.624	33.44	0.001	1951.623
2	1955.176	77.46	0.002	1955.174
3	1959.007	134.97	0.003	1959.004
4	1963.031	153.72	0.004	1963.027
BM5	1966.166	168.86	0.004	1966.162
4	1963.232956	188.86	0.004	1963.228
3	1959.337956	211.86	0.005	1959.333
2	1954.880956	226.86	0.005	1954.876
1	1951.399956	286.86	0.007	1951.393
BM4	1948.359956	336.86	0.008	1948.352

Fuente. Propio.

TABLA N°4.5. Procesamiento de datos de BM5-BM6 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM5	0	2.496		1966.162
1	25	2.583	0.356	1968.302
2	33	2.451	0.345	1970.540
3	24	2.274	0.486	1972.505
4	44	3.258	0.648	1974.131
5	23	3.472	0.451	1976.938
6	25	3.502	0.362	1980.048
7	23	3.469	0.326	1983.224
BM6	32		0.249	1986.444
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM6	0	0.658		1986.444
7	25	0.538	2.847	1984.255
6	33	0.405	2.942	1981.851
5	24	0.699	2.974	1979.282
4	37	0.612	2.821	1977.160
3	23	0.586	3.142	1974.630
2	31	0.335	3.254	1971.962
1	23	0.524	3.214	1969.083
BM5	32		3.449	1966.158
DIST. TOTAL	457	m		

ERROR	=	-0.004
-------	---	--------

TOLERANCIA	=	0.014
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM5	1966.161946	0		1966.162
1	1968.301946	25	0.000	1968.302
2	1970.539946	58	-0.001	1970.540
3	1972.504946	82	-0.001	1972.506
4	1974.130946	126	-0.001	1974.132
5	1976.937946	149	-0.001	1976.939
6	1980.047946	174	-0.002	1980.049
7	1983.223946	197	-0.002	1983.226
BM6	1986.443946	229	-0.002	1986.446
7	1984.254946	254	-0.002	1984.257
6	1981.850946	287	-0.003	1981.853
5	1979.281946	311	-0.003	1979.285
4	1977.159946	348	-0.003	1977.163
3	1974.629946	371	-0.003	1974.633
2	1971.961946	402	-0.004	1971.965
1	1969.082946	425	-0.004	1969.087
BM5	1966.157946	457	-0.004	1966.162

Fuente. Propio.

TABLA N°4.6. Procesamiento de datos de BM6-BM8 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM6	0	2.198		1986.446
1	30	2.456	0.201	1988.443
2	30	2.645	0.803	1990.096
3	30	2.732	0.854	1991.887
4	30	2.471	0.244	1994.375
5	30	2.526	0.982	1995.864
6	30	2.050	1.565	1996.825
7:BM7	30	0.359	1.588	1997.287
8	30	0.983	1.714	1995.932
9	30	0.776	1.529	1995.386
10	55	2.168	2.505	1993.657
11	50	2.146	2.331	1993.494
12	40	1.413	1.242	1994.398
13	40	0.936	1.525	1994.286
BM8	30		0.849	1994.373
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM8	0	0.434		1994.373
13	30	0.811	1.934	1992.873
12	40	3.457	1.952	1991.732
11	50	1.822	0.854	1994.335
10	55	0.281	0.452	1995.705
9	30	1.921	3.005	1992.981
8	30	1.660	0.547	1994.355
7	30	1.543	0.521	1995.494
6	30	0.437	0.997	1996.040
5	30	0.885	2.970	1993.507
4	30	0.316	2.154	1992.238
3	30	0.898	2.522	1990.032
2	30	0.336	2.469	1988.461
1	30	0.647	1.852	1986.945
BM6	30		1.152	1986.440
DIST. TOTAL	960	m		

ERROR	=	-0.006
-------	---	--------

TOLERANCIA	=	0.020
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM6	1986.446	0		1986.446
1	1988.443	30	0.000	1988.443
2	1990.096	60	0.000	1990.096
3	1991.887	90	-0.001	1991.888
4	1994.375	120	-0.001	1994.376
5	1995.864	150	-0.001	1995.865
6	1996.825	180	-0.001	1996.826
7:BM7	1997.287	210	-0.001	1997.288
8	1995.932	240	-0.002	1995.933
9	1995.386	270	-0.002	1995.388
10	1993.657	325	-0.002	1993.659
11	1993.494	375	-0.002	1993.496
12	1994.398	415	-0.003	1994.401
13	1994.286	455	-0.003	1994.289
BM8	1994.373	485	-0.003	1994.376
13	1992.873	515	-0.003	1992.876
12	1991.732	555	-0.003	1991.735
11	1994.335	605	-0.004	1994.339
10	1995.705	660	-0.004	1995.709
9	1992.981	690	-0.004	1992.985
8	1994.355	720	-0.005	1994.359
7	1995.494	750	-0.005	1995.499
6	1996.040	780	-0.005	1996.045
5	1993.507	810	-0.005	1993.512
4	1992.238	840	-0.005	1992.243
3	1990.032	870	-0.005	1990.037
2	1988.461	900	-0.006	1988.467
1	1986.945	930	-0.006	1986.951
BM6	1986.440	960	-0.006	1986.446

Fuente. Propio.

TABLA N°4.7. Procesamiento de datos de BM8-BM10 (Nivelación cerrada)

ITERACION DE IDA				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM8	0	2.085		1994.376
1	30	3.965	0.201	1996.260
2	30	2.856	0.331	1999.894
3	30	2.318	0.269	2002.481
4	30	2.851	0.245	2004.554
5	30	2.922	0.482	2006.923
6	30	3.244	0.461	2009.384
7	30	3.136	0.341	2012.287
8	30	3.826	0.245	2015.178
9	30	4.433	0.237	2018.767
10:BM9	55	4.268	0.202	2022.998
11	50	3.551	0.354	2026.912
12	40	2.643	0.358	2030.105
13	40	1.686	0.269	2032.479
14	40	1.965	0.369	2033.796
BM10	30		0.331	2035.430
ITERACION DE REGRESO				
PV	DIST	(+)	(-)	COTA
BM10	0	0.434		2035.430
13	30	0.511	2.765	2033.099
12	40	0.450	4.050	2029.560
11	50	0.345	4.575	2025.435
10	55	0.485	4.256	2021.524
9	30	0.324	4.159	2017.850
8	30	0.890	4.083	2014.091
7	30	0.345	3.945	2011.036
6	30	0.437	3.654	2007.727
5	30	0.782	3.642	2004.522
4	30	0.313	3.243	2002.061
3	30	0.879	2.642	1999.732
2	30	0.427	2.537	1998.074
1	30	0.632	2.612	1995.889
BM8	30		2.139	1994.382
DIST. TOTAL	1000	m		

ERROR	=	0.006
-------	---	-------

TOLERANCIA	=	0.020
------------	---	-------

PUNTO	COTA	D.A	F.C	C. Corr.
BM8	1994.376	0		1994.376
1	1996.260	30	0.000	1996.260
2	1999.894	60	0.000	1999.894
3	2002.481	90	0.001	2002.480
4	2004.554	120	0.001	2004.553
5	2006.923	150	0.001	2006.922
6	2009.384	180	0.001	2009.383
7	2012.287	210	0.001	2012.286
8	2015.178	240	0.001	2015.177
9	2018.767	270	0.002	2018.765
10:BM9	2022.998	325	0.002	2022.996
11	2022.998	375	0.002	2022.996
12	2026.912	415	0.002	2026.909
13	2030.105	455	0.003	2030.102
14	2032.479	495	0.003	2032.476
BM10	2035.430	525	0.003	2035.427
13	2033.099	555	0.003	2033.096
12	2029.560	595	0.004	2029.556
11	2025.435	645	0.004	2025.431
10	2021.524	700	0.004	2021.520
9	2017.850	730	0.004	2017.846
8	2014.091	760	0.005	2014.086
7	2011.036	790	0.005	2011.031
6	2007.727	820	0.005	2007.722
5	2004.522	850	0.005	2004.517
4	2002.061	880	0.005	2002.056
3	1999.732	910	0.005	1999.727
2	1998.074	940	0.006	1998.068
1	1995.889	970	0.006	1995.883
BM8	1994.382	1000	0.006	1994.376

Fuente. Propio.

TABLA N°4.8. Compensación de poligonales 1 (Levantamiento con estación total)



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Corrección de poligonal Cerrada Planimétrica con Estación Total

Por: Maycol Guevara Díaz

Rev.2 31/03/2021

Recorrido en sentido horario

EST	LADO	Coordenadas		Dist	Proyec. Iniciales		Proyec. Iniciales		Proyec. Corregidas		Coordenadas UTM Corregidas	
		X	Y		PX	PY	ABS (PX)	ABS (PY)	PX	PY	Este (X)	Norte (Y)
E1		708717.025	9297770.450	154.945	66.166	140.107	66.166	140.107	66.164	140.103	708,717.025	9,297,770.450
E2		708783.191	9297910.557	44.029	36.084	25.228	36.084	25.228	36.083	25.228	708,783.189	9,297,910.553
E3		708819.275	9297935.785	140.055	18.779	138.790	18.779	138.790	18.779	138.787	708,819.273	9,297,935.781
E4		708838.054	9298074.575	192.452	129.869	142.028	129.869	142.028	129.866	142.025	708,838.051	9,298,074.568
E5		708967.923	9298216.604	138.078	134.416	31.590	134.416	31.590	134.413	31.590	708,967.918	9,298,216.592
E6		709102.339	9298248.194	272.349	229.038	147.363	229.038	147.363	229.033	147.359	709,102.331	9,298,248.182
E7		709331.377	9298395.557	213.381	-28.135	-211.518	28.135	211.518	-28.136	-211.524	709,331.364	9,298,395.541
E8		709303.242	9298184.038	511.571	-424.745	-285.125	424.745	285.125	-424.755	-285.132	709,303.228	9,298,184.017
E9		708878.496	9297898.913	142.241	-127.713	-62.625	127.713	62.625	-127.716	-62.626	708,878.473	9,297,898.885
E10		708750.783	9297836.288	73.949	-33.732	-65.807	33.732	65.807	-33.733	-65.809	708,750.758	9,297,836.258
E1		708717.051	9297770.481								708,717.025	9,297,770.450
E1		708717.051	9297770.481	1883.05064			1,228.677	1,250.182	0.000	0.000		

Correcto

Condición de Polig.Cerrada:

$\Sigma_{proy} PX = 0$

$\Sigma_{proy} PY = 0$

Errores de cierre:

$E_x = X_{LLEGADA} - X_{PARTIDA} = 0.026$

$E_y = Y_{LLEGADA} - Y_{PARTIDA} = 0.032$

Error Total (Et) = $\sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 0.0411$

Escala Error = "1 / " (Long.Total/Et) = 1 / 45,802 **Correcto**

Correcciones:

$C_x = E_x / (\Sigma abs(PX))$

$C_y = E_y / (\Sigma abs(PY))$

$C_x = 2.14051E-05$

$C_y = 2.52763E-05$

Proyecciones corregidas:

Proy correg X = $PX (1 - C_x) \dots$ Si $PX > 0$

Proy correg X = $PX (1 + C_x) \dots$ Si $PX < 0$

Proy correg Y = $PY (1 - C_y) \dots$ Si $PY > 0$

Proy correg Y = $PY (1 + C_y) \dots$ Si $PY < 0$

Coord. UTM:

X = Coord. X (anterior) + Proj. X corregida

Y = Coord. X (anterior) + Proj. Y corregida

Fuente. propio.

TABLA N°4.9. Compensación de poligonales 2 (Levantamiento con estación total)



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Corrección de poligonal Cerrada Planimétrica con Estación Total

Por: Maycol Guevara Díaz

Rev.2 31/03/2021

Recorrido en sentido horario

EST	LADO	Coordenadas		Dist	Proyec. Iniciales		Proyec. Iniciales		Proyec. Corregidas		Coordenadas UTM Corregidas	
		X	Y		PX	PY	ABS (PX)	ABS (PY)	PX	PY	Este (X)	Norte (Y)
E7		709331.364	9298395.541	351.332	261.213	234.950	261.213	234.950	261.209	234.944	709,331.364	9,298,395.541
E11		709592.577	9298630.491	175.887	-115.807	132.382	115.807	132.382	-115.809	132.378	709,592.573	9,298,630.485
E12		709476.770	9298762.873	116.997	99.105	62.181	99.105	62.181	99.104	62.179	709,476.764	9,298,762.863
E13		709575.875	9298825.054	251.483	230.068	-101.548	230.068	101.548	230.065	-101.551	709,575.868	9,298,825.043
E14		709805.944	9298723.506	129.272	-11.473	-128.762	11.473	128.762	-11.473	-128.765	709,805.933	9,298,723.492
E15-BM7		709794.471	9298594.744	111.017	1.640	-111.005	1.640	111.005	1.640	-111.007	709,794.460	9,298,594.726
E16		709796.111	9298483.739	303.813	-301.334	-38.729	301.334	38.729	-301.339	-38.731	709,796.100	9,298,483.719
E17		709494.777	9298445.010	170.713	-163.395	-49.446	163.395	49.446	-163.398	-49.448	709,494.761	9,298,444.988
E7		709331.382	9298395.563								709,331.364	9,298,395.541
E7		709331.382	9298395.563	1610.5125			1,184.035	859.004	0.000	0.000		

Correcto Correcto

Condición de Polig.Cerrada:

$\Sigma_{proy} PX = 0$

$\Sigma_{proy} PY = 0$

Errores de cierre:

$E_x = X_{LLEGADA} - X_{PARTIDA} = 0.018$

$E_y = Y_{LLEGADA} - Y_{PARTIDA} = 0.022$

Error Total (Et) = $\sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 0.0290$

Escala Error = "1 / " (Long.Total/Et) = 1 / 55,496 **Correcto**

Correcciones:

$C_x = E_x / (\Sigma abs(PX))$

$C_y = E_y / (\Sigma abs(PY))$

$C_x = 1.6E-05$

$C_y = 2.6E-05$

Proyecciones corregidas:

Proy correg X = $PX (1 - C_x) \dots$ Si $PX > 0$

Proy correg X = $PX (1 + C_x) \dots$ Si $PX < 0$

Proy correg Y = $PY (1 - C_y) \dots$ Si $PY > 0$

Proy correg Y = $PY (1 + C_y) \dots$ Si $PY < 0$

Coord. UTM:

X = Coord. X (anterior) + Proj. X corregida

Y = Coord. X (anterior) + Proj. Y corregida

Fuente. propio.

ANEXO N°5. GRÁFICOS DE RESULTADOS DE ENCUESTA

ANEXO N°5.1. FORMATO DE LA ENCUESTA

ENCUESTA SOBRE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONE

1. Profesionalmente, ¿Qué labor desempeña más?

- a) Ingeniero residente o supervisor
- b) Ingeniero Consultor de diseño
- c) Docente universitario
- d) Otros

2) ¿Tiene alguna experiencia con levantamientos topográficos con Drones?

3) ¿Conoce alguna normativa para controlar la calidad de levantamiento topográfico con Drone?

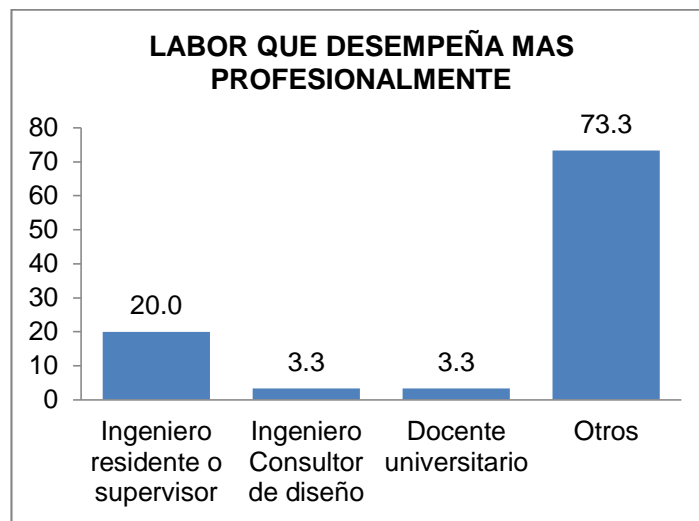
4) ¿Cree que es confiable el nivel de precisión de los levantamientos topográficos con Drone?

5) ¿Cree necesario que la topografía con Drones se debe difundir más, o no lo cree necesario?

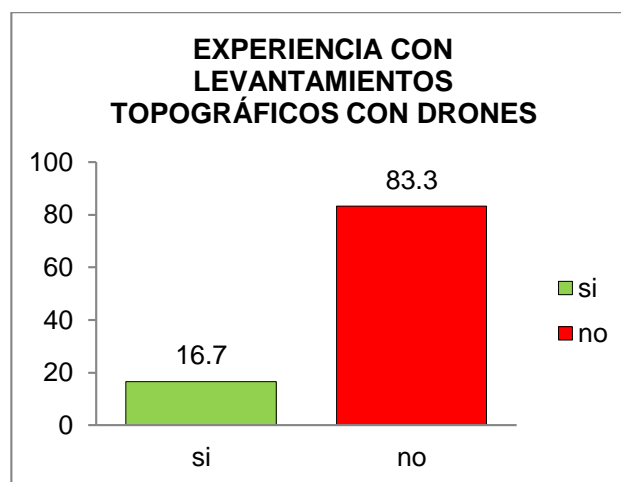
6) ¿Qué inconvenientes cree que se pueda presentar en el levantamiento topográfico con Drone? **pregunta libre**

N°	Apellidos Nombres	1) Profesional	2) Expe. topo. Con Drone	3) Conoce norma	4) Es confiable	5) Mas difusión	6) Inconvenientes topografía con Drone
1	Guevara Díaz Maycol Roy	d	si	si	si	si	
2							
3							
4							
5							
6							
7							

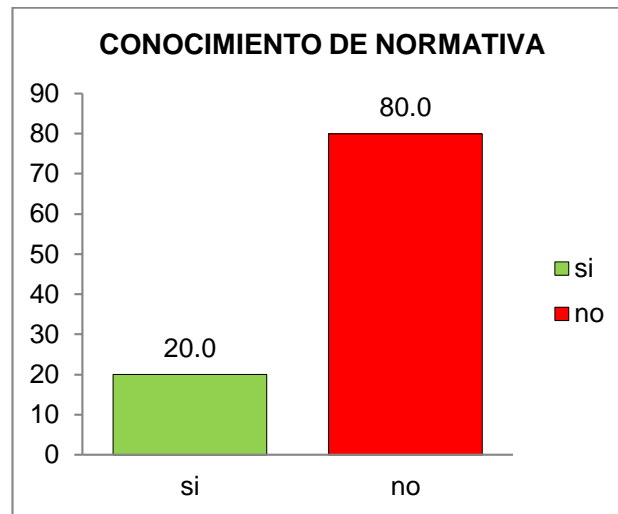
Fuente. Elaboración propia

GRÁFICO N°5.2: LABOR QUE DESEMPEÑA MAS PROFESIONALMENTE

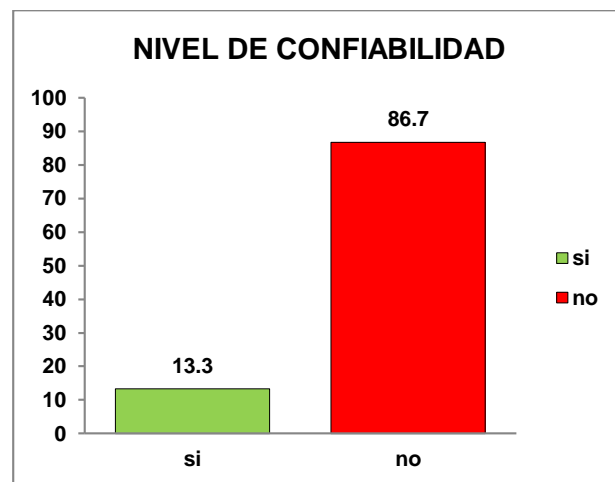
Fuente. Propio

GRÁFICO N°5.3: EXPERIENCIA CON LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON DRONES

Fuente. Propio

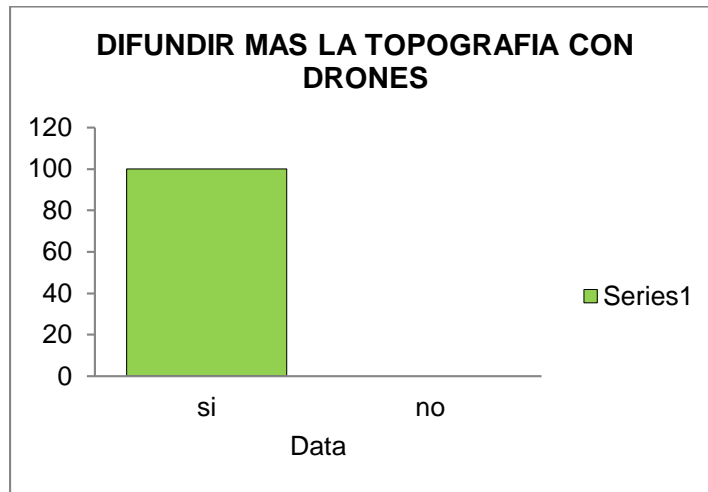
GRÁFICO N°5.4: CONOCIMIENTO DE NORMATIVA

Fuente. Propio

GRÁFICO N°5.5: ES CONFIABLE EL NIVEL DE PRECISIÓN

Fuente. Propio

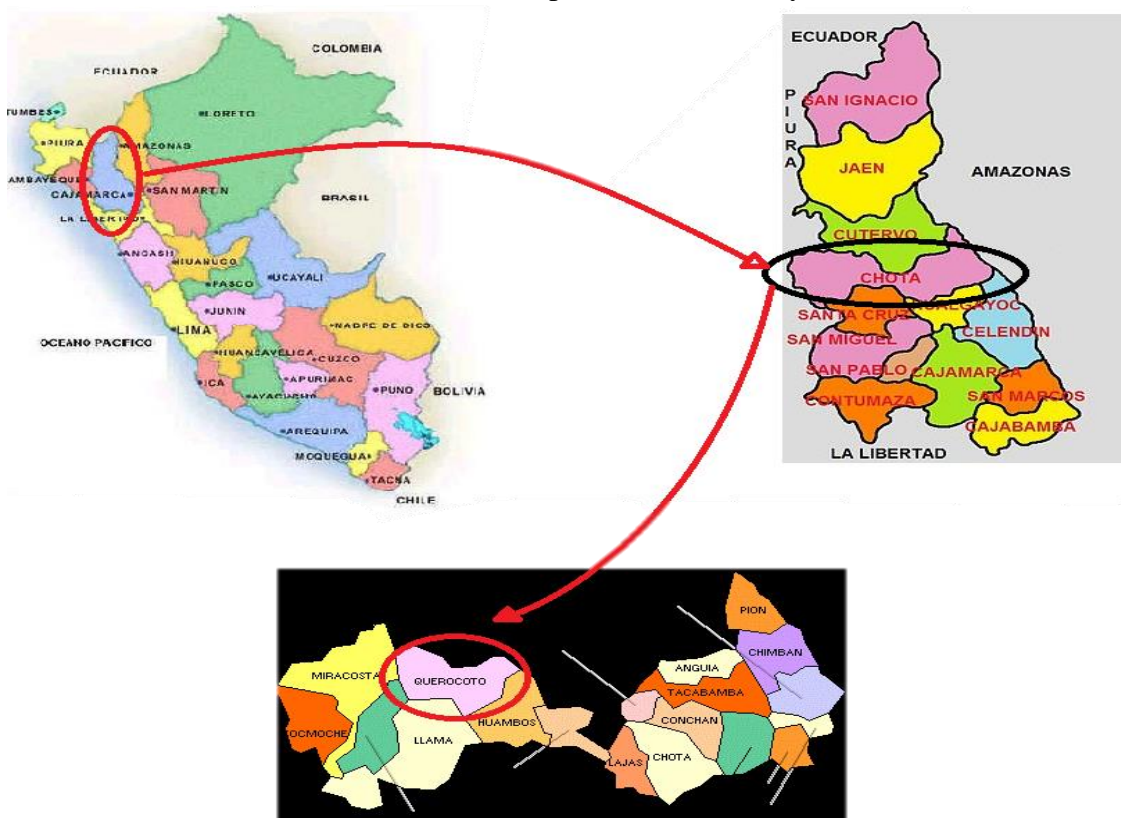
GRÁFICO N°5.6: CREE NECESARIO QUE LA TOPOGRAFÍA CON DRONES SE DEBE DIFUNDIR MÁS



Fuente. Propio

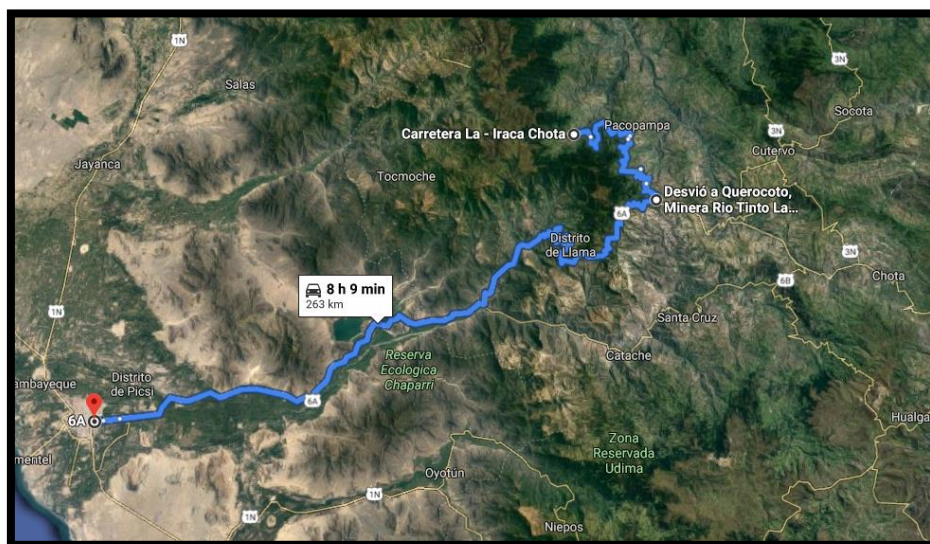
ANEXO N°6: FIGURAS ILUSTRATIVAS

FIGURA N°6.1: Mapa General del Proyecto



Fuente: Google imágenes

FIGURA N°6.2: Mapa referencial al Proyecto



Fuente: Google maps (13/05/2019)

FIGURA N°6.3: Poste en medio de una carretera en Ejea, España



Fuente: Google imágenes.

FIGURA N°6.4: Zona de relieve accidentado



Fuente: Fuente propia

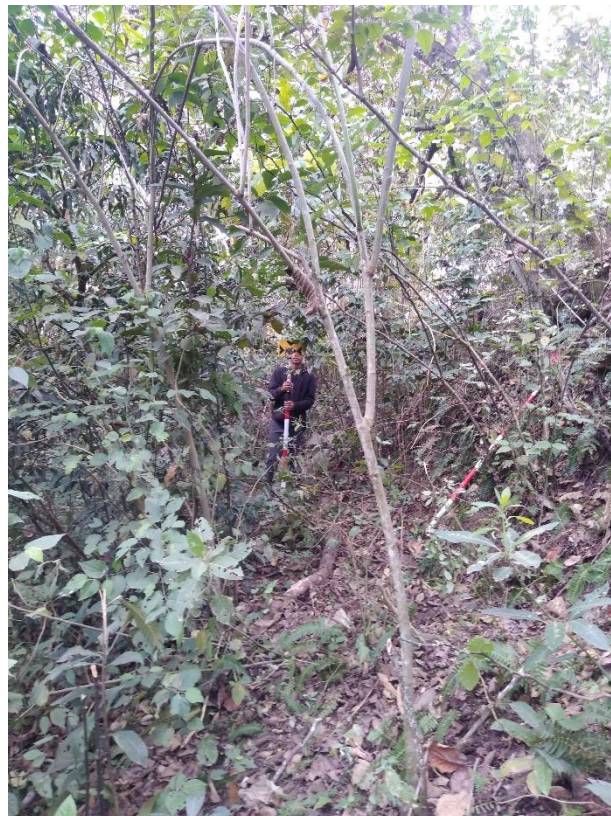
FIGURA N°6.5: Dificultad de acceso en relieves accidentados



Fuente: Google imágenes

ANEXO N°7: PANEL FOTOGRÁFICO**FOTOGRAFIA N°7.1. Inicio de labores en campo**

Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.2. Presencia de vegetación densa

Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.3. Punto de estación BM02



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.4. Procedimientos de monumentación de BMs



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.5. Procedimientos de monumentacion de BMs



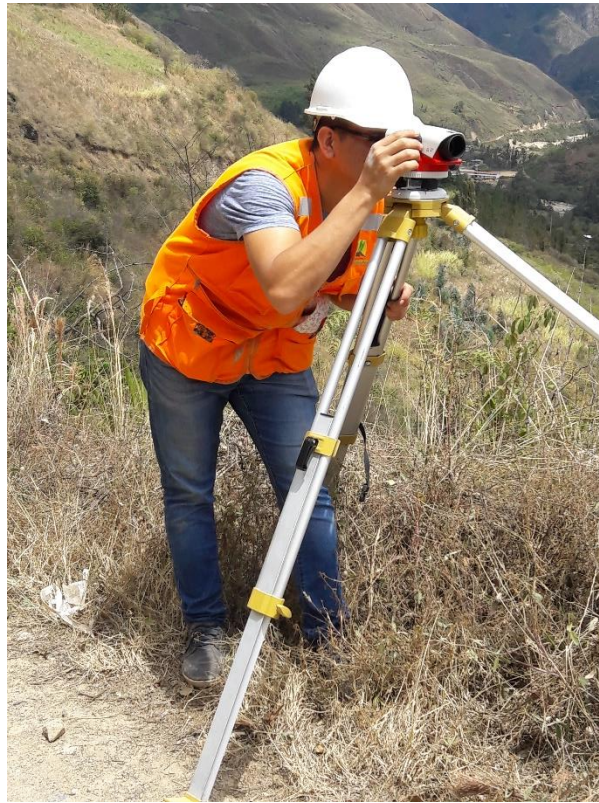
Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.5. Nivelacion cerrada en campo



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.6. Nivelacion cerrada en campo



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.6. Inicio de levantamiento con Drone



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.7. Posicionamiento del Drone para iniciar vuelo



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.8. Puntos de control 1mx1m



Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.9. Punto de control BM03

Fuente. Propio

FOTOGRAFIA N°7.10. final del levantamiento

Fuente. Propio

ANEXO N°8: FICHA TÉCNICA DE VUELO CON DRONE

ANEXO N°8.1. Ficha técnica para el levantamiento con Drone

FICHA TÉCNICA			
NOMBRE DEL PROYECTO: " COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON LA ESTACIÓN TOTAL Y EL DRONE EN EL TRAMO DE LA CARRETERA DEL TRAMO CASERÍO LOS QUISPES AL C.P. LA GRANJA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"			
			TESISTA: GUEVARA DIAZ MAYCOL ROY
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON DRONE			
TIPO DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS			
FOTOGRAFÍAS VERTICALES		FOTOGRAFÍAS OBLICUAS	
ALTURA DE VUELO		NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS	
RESOLUCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA		NUMERO DE PUNTOS DE CONTROL	
CLIMA			
SOLEADO	TEMPLADO	NUBLADO	OTROS
VIENTO			
LIGERO	NORMAL	FUERTE	
CROQUIS			
Punto Inicial	Punto Final	Descripción	Hora

Fuente. Tesis de pregrado Sanchez Vargas 2017

ANEXO N°9: PROCEDIMIENTO DEL CALCULO DE LA PRECISIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL Y DRONE

PROMEDIO DE PUNTOS (X)			
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2	708805.3879	9297885.0458	1940.3083
BM4	709299.9384	9298265.8715	1948.5879
BM6	709541.7057	9298459.8782	1986.7275
BM8	709677.2995	9298728.5080	1994.4485
BM10	709461.1477	9298834.6674	2036.1420

Error Residual o desviación: Es el valor absoluto diferencia entre el valor observado y la media aritmética

$$V_i = X_i - \bar{X}$$

DESFAZ DEL PROMEDIO (Vi)			
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2_EST.TOTAL	-0.1482	-0.1312	-0.1582
BM2_DRONE	0.1481	0.1312	0.1582
BM4_EST.TOTAL	0.0667	-0.0257	-0.2359
BM4_DRONE	-0.0667	0.0257	0.2359
BM6_EST.TOTAL	-0.0284	0.0002	-0.2805
BM6_DRONE	0.0284	-0.0002	0.2805
BM8_EST.TOTAL	0.1324	0.0180	-0.0725
BM8_DRONE	-0.1325	-0.0180	0.0725
BM10_EST.TOTAL	0.0497	-0.0773	-0.7150
BM10_DRONE	-0.0497	0.0773	0.7150

Error Medio Cuadrático (Desviación Típica o Estándar): Suma de los errores residuales.

$$E_c = \sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum V^2}{n}}$$

DESVIACION ESTANDAR (Ec)			
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2	0.1481	0.1312	0.1582
BM4	0.0667	0.0257	0.2359
BM6	0.0284	0.0002	0.2805
BM8	0.1324	0.0180	0.0725
BM10	0.0497	0.0773	0.7150

Error Probable de la Media Aritmética

$$E_v = E_c / (n)^{1/2}$$

ERROR PROBLABLE DE LA MEDIA ARITMETICA (Ev)			
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2	0.1048	0.0928	0.1119
BM4	0.0471	0.0182	0.1668
BM6	0.0200	0.0001	0.1983
BM8	0.0937	0.0127	0.0513
BM10	0.0351	0.0546	0.5056

Precisión: Es la relación que existe entre la distancia y el error cometido en su medición.

$$P = \frac{E_L}{\sum L} \text{ ó } P = \frac{1}{\frac{E_L}{\sum L}} = \frac{1}{\frac{X}{E_V}}$$

PRECISIÓN			
DESCRIPCION	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
BM2	1/6766130	1/100222524	1/17340
BM4	1/15044643	1/511165537	1/11683
BM6	1/35394833	1/65750152037	1/10017
BM8	1/7577465	1/732612133	1/38904
BM10	1/20187718	1/170160080	1/4027

ANEXO N°10: PLANOS

Los planos se muestran a continuación de la siguiente manera:

- Plano Topográfico
- Plano Planta y Perfil Longitudinal
- Plano de Secciones Transversales