



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



**“COMPARACIÓN DE VOLUMEN DE MATERIAL CON
ESTACIÓN TOTAL Y DRONE EN LA CARRETERA DESVÍO
CUTINI A CENTRO POBLADO DE CASIMUYO HUALLATIRI
JULI 2020.”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CRISPIN MAMANI LAYME

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

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dionisio y Antonia, mis padres, que por la motivación incansable hicieron que mis propósitos se hagan realidad; y a todos los familiares y amigos por acompañarme, en este camino, mi agradecimiento eterno.

Crispín.



AGRADECIMIENTO

A mi alma mater UNA-Puno por formar profesionales íntegros de excelencia comprobada y gran prestigio a nivel nacional.

A mis queridos catedráticos de la Facultad de Ciencias Agrarias por su empeño en la enseñanza e impartir conocimientos a los nuevos sucesores de esta carrera profesional.

A los ingenieros y compañeros de la EPITA, por compartir momentos inolvidables dentro y fuera de las aulas.

Al Ing. WILLIAM FREDY CONDORI CANAHUA, asesor de tesis, por la constante motivación y empuje para que este proyecto salga adelante.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 11

ABSTRACT..... 12

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA 15

1.2.1 Problema general. 15

1.2.2 Problemas específicos..... 16

1.3 JUSTIFICACIÓN 16

1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

1.4.1 Hipótesis Nula: 17

1.4.2 Hipótesis Alternativa: 18

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 18

1.5.1 Objetivo general. 18

1.5.2 Objetivo específico. 18

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES 19



2.1.1	Ámbito Global	19
2.1.2	Ámbito Nacional.....	20
2.1.3	Ámbito Local	22
2.2	COMPARACIÓN VOLUMÉTRICA DE MATERIAL.....	23
2.2.1	Teoría geodésica.	23
2.2.2	Referencia de superficies.....	25
2.2.3	Especificaciones técnicas de posicionamiento en Perú.	25
2.2.4	Sistema de posicionamiento global.	27
2.2.5	Métodos de posicionamiento.	29
2.2.6	Sistema de coordenadas.....	30
2.2.7	Sistema de referencia vertical.....	31
2.2.8	Levantamiento topográfico.....	32
2.2.9	Levantamiento fotogramétrico.....	32
2.2.10	Clasificación de la fotogrametría.....	34
2.2.11	Volumen de material.....	34
2.3	EQUIPAMIENTO TOPOGRÁFICO Y APLICACIÓN.	36
2.3.1	Equipos convencionales.	36
2.3.2	Equipos geodésicos.....	36
2.3.3	Vehículos aéreo no tripulado drone.....	38
CAPITULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	LUGAR DEL ESTUDIO	40
3.2	EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS	41
3.2.1	Materiales.	41
3.2.2	Herramientas.....	41



3.2.3 Equipos topográficos	41
3.2.4 Programas informáticos	42
3.3 POBLACIÓN Y TAMAÑO DEMUESTRA	42
3.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MÉTODOS, USO DE MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	42
3.4.1 Objetivo específico 1	42
3.4.2 Objetivo específico 2	51
3.4.3 Objetivo específico 3	52
3.5 MÉTODO ESTADÍSTICO	52
3.5.1 Significancia estadística.....	52
3.5.2 Método de investigación.....	53
3.5.3 Nivel de investigación	53
3.5.4 Análisis de datos	53
3.5.5 Variables.....	62
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1 OBJETIVO PRINCIPAL	63
4.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	63
4.2.1 Objetivo 1	63
4.2.2 Objetivo 2	64
4.2.3 Objetivo 3	65
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	72



ÁREA: Ciencias Naturales.

LÍNEA: Topografía Geodesia, Cartografía y Catastro.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 de diciembre del 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Posicionamiento de Receptor GNSS en Campo.....	26
Tabla 2: Procesamiento Geodésico.....	27
Tabla 3: Resumen de las Elevaciones niveladas.....	46
Tabla 4: Resumen Georreferenciación de la línea base.....	48
Tabla 5: Lista de Coordenadas Geográficas WGS-84.....	48
Tabla 6: Lista de Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur.....	48
Tabla 7: Puntos de Control Terrestre Para Fotogrametría.....	51
Tabla 8: Volúmenes Tomados al Azar Para el Estadístico.....	53
Tabla 9: Resumen del Procesamiento de Casos	54
Tabla 10: Datos Descriptivos de volúmenes Estación Total.	54
Tabla 11: Datos Descriptivos de Volúmenes Fotogrametría.....	55
Tabla 12: Datos Descriptivos Diferencia volumétricas	55
Tabla 13: Prueba de Normalidad.....	56
Tabla 14: Estadísticos de Muestras Relacionadas Estación Total y Fotogrametría	61
Tabla 15: Correlaciones de Muestras Relacionadas de Volúmenes.....	61
Tabla 16: Prueba t de Muestras Relacionadas de los Volúmenes.....	62
Tabla 17: Cuadro Comparativo de Volumen en m ³	63
Tabla 18: Volúmenes de corte y relleno	64
Tabla 19: Diferencia de Volumen con Estación Total y Drone.....	64
Tabla 20: Coeficiente de Correlación	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Constelaciones del sistema GNSS.	28
Figura 2: Planificador de Vuelo Pix4D Capture.....	33
Figura 3: Sección Transversal de una Carretera en Perú.....	36
Figura 4: Clasificación de Aeronaves.....	39
Figura 5: Ubicación del estudio.....	40
Figura 6: Nivelación Geometría	43
Figura 7: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-01 a BM-02	43
Figura 8: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-02 a BM-03	44
Figura 9: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-03 a BM-04	44
Figura 10: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-04 a BM-05	45
Figura 11: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-05 a BM-06	45
Figura 12: Georreferenciación del BM-06 en método Estático.....	46
Figura 13: Reporte Procesamiento PPP del BM-06.	47
Figura 14: Levantamiento Topográfico Estación Total.....	49
Figura 15: Levantamiento Topográfico con Estación Total Vista con Prisma.....	50
Figura 16: Secciones Transversales.....	52
Figura 17: grafico volumen fotogrametria	57
Figura 18: Histograma Volumen Estación Total.....	58
Figura 19: Grafico Volumen fotogrametría.....	59
Figura 20: Histograma Volumen fotogrametría.	60



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

GNSS	: Sistema Satelital de Navegación Global (Global Navigation Satellite System)
REGGEN	: Red Geodésica Geocéntrica Nacional.
WGS-84	: (1984) Sistema Geodésico Mundial.
NAVSTAR	: Sistema de navegación en tiempo y distancia (Navigation System with Time and Ranking)
REGPMOC	: Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo.
SIRGAS	: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.
EGM 2008	: Modelo gravitacional de la Tierra 2008 (Earth Gravitational Model 2008)
ERP	: Estaciones de rastreo permanente.
IGN	: Instituto Geográfico Nacional.
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
MCF	: Marcas de Cota Fija.
RMS	: Error medio cuadrático (Root Mean Square).
BM	: Banco de Nivel (Bench Mark)



RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como propósito, comparar el volumen de material mediante Estación Total y Drone en la vía carrozable desvío Cutini a Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli - 2020. El estudio corresponde al método de investigación cuantitativo a nivel explicativo. La población de estudio está constituida por 02 secciones consecutivas en 14 tramos al azar, de esta población se tomó la muestra secciones seleccionados no probabilístico por conveniencia; el nivel de investigación es cuantitativo. **Se realizó** levantamiento topográfico por método radiación con estación total y vuelo fotogramétrico con Drone, seguidamente procesamiento de datos en gabinete con AutoCAD Civil 3D y Agisoft Metashape, este, software para fotogrametría. El diseño de investigación es transversal sin intervención del investigador, debido a que se realiza una comparación de variables de muestras relacionadas con datos estadísticos de muestras pareadas obtenidas de la prueba T de Student, concluyendo que son: -0.91m^3 significa que hay relleno en exceso en la comparación y el relleno con estación total excede en 12.97m^3 , en las diferencias volumétricas se tiene 2.57m^3 con respecto a 2.77m^3 en corte y 4.29m^3 a 3.59m^3 en relleno, realizando el análisis estadístico obtenemos las desviaciones estándar de Estación total es 1.42665 y drone es 1.75258 los cuales podemos afirmar que son similares obteniendo una correlación de 0.913 considerado muy buena finalmente Entonces cae en la región de rechazo se opta por la hipótesis alternativa, se evidencia una gran diferencia. Entonces es recomendable el uso de ambos métodos, puesto que se asemejan a los resultados.

Palabras Clave: Comparación, Drone, fotogrametría, volumen, precisión.



ABSTRACT

The purpose of this research work is to compare the volume of material by Total Station and Drone on the Cutini diversion carriageway to the Centro Poblano de Casimuyo Huallatiri Juli - 2020. The study corresponds to the quantitative research method at an explanatory level. The study population is made up of 02 consecutive sections in 14 random sections, from this population the sample was taken from selected non-probabilistic sections for convenience; the level of research is quantitative. Topographic survey was carried out by radiation method with total station and photogrammetric flight with Drone, followed by data processing in the office with AutoCAD Civil 3D and Agisoft Metashape, this, photogrammetry software. The research design is cross-sectional without the intervention of the researcher, because a comparison of sample variables related to statistical data of paired samples obtained from the Student's T test is made, concluding that they are: -0.91m^3 means that there is excess filling in the comparison and the filling with the total station exceeds 12.97m^3 , in the volumetric differences there are 2.57m^3 with respect to 2.77m^3 in cut and 4.29m^3 to 3.59m^3 in filling, performing the statistical analysis we obtain the standard deviations of Total Station is 1.42665 and drone is 1.75258 which we can affirm that they are similar, obtaining a correlation of 0.913 considered very good finally. Then it falls in the rejection region, the alternative hypothesis is chosen, a great difference is evident. Then it is advisable to use both methods, since they are similar to the results.

Keywords: Comparison, Drone, photogrammetry, volume, accuracy.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Las geotecnologías y los sistemas de navegación por satélite han evolucionado y están orientados a diferentes fines, siendo uno de ellos la ingeniería topográfica que estudia las ciencias de la tierra y que es una herramienta primordial para el desarrollo de los levantamientos topográficos, cartográficos, geodésico, fotogramétricos y sistemas de información geográfica; obteniendo datos mucho más detallados que con equipos convencionales y en menor tiempo posible.

Los equipos topográficos que se utilizan para alcanzar las metas deben ser las más adecuadas y con procedimientos topográficos, geodésicos, fotogramétricos correctos; se logra una información de alta calidad, siendo estos ricos en información preparada para alimentar a la metodología BIM, que está en alta competencia en campo de la ingeniería y construcción.

Para lo cual es el estudio “Comparación de volumen de material con estación total y drone en la carretera desvío Cutini a centro poblado de Casimuyo Huallatiri - Juli 2020” tiene como objetivo realizar los datos comparativos entre dos equipos topográficos siendo el método de investigación cuantitativo a nivel explicativo y con método de diseño de la investigación es observacional sin intervención del investigador la medición es prospectivo siendo un estudio transversal, según la variable es analítico por el hecho que se realiza pruebas para comprobar nuestra suposición.



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel del mundo, la topografía actual se viene adoptando la nueva tecnología de RPA para la cuantificación de áreas y superficies, optimizando en tiempos de la obtención de datos y empleando Tecnologías de Información y Comunicación, mediante las aplicaciones, simplificando su verificación e intervención, realizando actualmente de forma automática la obtención de datos. Este artículo nos muestra las 5 principales aplicaciones más utilizadas en fotogrametría, para verificar el error de medición respectiva de cada equipo. (Guzmán Zabala et al., 2018)

En el Perú, las principales falencias del Perú están relacionadas con el error humano más que con la tecnología utilizada, la nueva tecnología utilizada en ingeniería vial tiene aplicabilidad mundial, los resultados de eficiencia y utilidad son muy buenos, pero el error humano sigue en las carreteras, con errores en el centro. En los levantamientos topográficos, el número de puntos geodésicos, el cálculo de la altura en los mojones de referencia y la percepción de distancia de la geometría de la pendiente son pequeños.(Prado Amaya, 2019).

En la región de Puno, la fotogrametría fue empleada en este campo, pero las fotos ortogonales no eran tan accesibles debido al presupuesto y operabilidad del mismo, aunque hoy en día con el uso de UAVs (cuadricópteros) y asistencia automática de vuelo, sistemas, video y/o cámaras a la medida, así como equipos GPS ya existentes pueden obtener información gráfica a menores costos y en menor tiempo(Mamani Martinez, 2017). Para la determinación de superficies para proyectos viales mineros u otros tipos de proyectos de precisión

Los proyectos de ingeniería requieren eficacia, los resultados como precisión, costo, beneficio en el modelado de la superficie terrestre para lo cual se cuenta con la



tecnología y se propone: Establecer una relación óptima de trabajos Aerofotogramétricos para la obtención de la malla superficial para la cuantificación de volúmenes en el movimiento de tierras porque se cuenta con la geotecnología y geoinformáticas actual para reducir costos y tiempo, aumentar la precisión de los modelos digitales para su mejor aprovechamiento de la información.

El desinterés en cumplir con los lineamientos de mediciones establecidos en el EG 2013 Manual de Carreteras del Perú para los controles horizontal y vertical, en las referencias de control terrestre generan errores se secuencia para la aerofotogrametría obteniendo los resultados fuera de las tolerancias permisibles para determinar el volumen a movilizar.

Las precisiones que no cumplan con las tolerancias en los controles horizontales y verticales presentaran una incertidumbre en la cuantificación de volúmenes de movimiento de tierras, generando un costo considerable en los proyectos viales.

Con el presente proyecto investigación se desea mejorar en tiempo y costo manteniendo las precisiones dentro de las tolerancias permisibles en los cómputos de volumen para la partida de movimiento de tierras en proyectos viales utilizando la aerofotogrametría con Drone.

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.2.1 Problema general.

- ¿Cuál es el resultado comparativo en el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini a Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020?



1.2.2 Problemas específicos.

- ¿Cuál es el resultado en la determinación del volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020?
- ¿Cuál es la Diferencia entre el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020?
- ¿Cuál será el análisis de la diferencia entre volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los Drones, en la actualidad son herramientas de una gran importancia para trabajos múltiples y en las distintas disciplinas de la ingeniería, en la topografía no es la excepción.

La ingeniería topográfica, es una de las disciplinas que busca computarizar el movimiento de tierras (corte y relleno) concebida desde la parte proyectual, ejecutiva y control simultaneo mediante métodos de intervención directa, con menor precisión y riesgo. Las mismas que fueron superados con el transcurso de la actividad.

Gracias al desarrollo y la aparición de esta nueva técnica de foto ortogonal (fotogrametría) utilizado como instrumento primordial para desarrollar estudios de cartografía y topografía.

Es muy importante determinar la altura de vuelo promedio para movimiento de tierras y conocer sus errores del post proceso con respecto a las referencias de control



terrestre, los errores nos servirán para validar la altura más óptima para la medición del volumen de movimiento de tierras.

Se requiere los residuos de los desniveles para la evaluación de las precisiones de las referencias de control terrestre, los errores nos servirán para validar la superficie topográfica dentro de las tolerancias EG 2013 manual de carreteras del Perú para la cuantificación de volumétrica de movimiento de tierras.

Con la finalidad de determinar los errores en los puntos de verificación terrestre de validación, deben cumplir las tolerancias de EG 2013 Manual de carreteras del Perú para la validación de la superficie

Este proyecto de exploración se desarrolla por que al momento de la ejecución de los proyectos viales o proyectos que se realiza movimiento de tierras se encuentra diferencias significativas de volúmenes de material con respecto a los estudios realizados con Drone

La presente investigación será para corroborar diferencias en volumen de material, para responder las hipótesis planteadas

1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 Hipótesis Nula:

- No, Existe diferencia significativa al Comparar el volumen de material calculada de cantera con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020



1.4.2 Hipótesis Alternativa:

- Existe diferencia significativa al Comparar el volumen de material calculada de cantera con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general.

- Comparar el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri - Juli 2020.

1.5.2 Objetivo específico.

- Determinar el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri - Juli 2020.
- Determinar las diferencias en el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri - Juli 2020.
- Analizar la diferencia entre volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri - Juli 2020.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Ámbito Global

En la tesis “Análisis comparativo entre los resultados de mediciones terreno tipo urbano mediante un levantamiento fotogramétrico y levantamiento convencional con estación total”. elaborada por:(Gálvez Vasquez, 2021) en la Universidad de Machala, Ecuador cuyo objetivos es: Desarrollar un estudio donde se compara los resultados obtenidos mediante la medición con Drone y estación total en el ámbito del municipio de Paccha. Concluyendo con lo siguiente: -Con la revisión de la base teórica se tiene una perspectiva más focalizada del empleo y uso de instrumentos de medición en topografía como son estación total y el Drone, los pro y contra en el área laboral aplicativa. Además de las múltiples funciones que puede desempeñar un Drone en el mundo de la topografía, desde actividades simples incluso trabajos de gran precisión y escala cumpliendo eficientemente con el propósito empleado. -La implementación de estos métodos en dicha ciudad, estación total y Drone se desarrolló con éxito con el profesionalismo y habilidad para poder afrontar los inconvenientes fortuitos en campo y su adecuada lectura de los datos recopilados y así emitir su opinión con fundamento y criterio sobre los métodos descritos concluyendo de que las dos técnicas de levantamiento son aptas para la cartografía, muy por fuera de su eficiencia y optimización de los equipos empleados.

Además la “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados”, tesis de grado presentada por (Claros Zelaya et al., 2016) de la Universidad del Salvador, donde el objetivo es emplear fotogrametría a menor altura en mediciones topográficas usando drones con fines



profesionales dando como conclusión que al trabajar en gabinete los datos recopilados con dicho método en software especializado, permite recabar datos topográficos del terreno, simplificando actividades en el desarrollo de proyectos; teniendo en cuenta que los resultados es información virtual y da la posibilidad para emplearla en una fotointerpretación ya que es posible vectorizar. Este método permite gestionar la información de manera versatil y transformando esta técnica en un procedimiento ágil en la cartografía, sistemas de información geográfica y memoria topográfica del sitio.

Proyecto de investigación “Sistema aéreo de drones para mejorar el levantamiento topográfico de los predios de la ciudad de”, tesis de grado presentado por (Huera Paredes, 2017) , en la universidad UNIANDES – Ecuador cuyo resumen es: el Objetivo era aplicar un sistema de drones que ayude a optimizar la medición topográfica de terrenos en Tulcán donde concluye que optar por herramientas tecnológicas e incentivar a la investigación, usando la configuración topográfica que se caracteriza por ser robusta y accesible, dado que se ha programado el dispositivo aéreo para hacer mediciones desde el aire y que cumpla con todos los alcances asignados de tal manera que el usuario gestionar el flujo de trabajo mediante aparatos electrónicos y software especializado.

2.1.2 Ámbito Nacional

“Análisis de volumen de material apilado obtenido de un levantamiento topográfico con Drone comparado con el volumen obtenido de un levantamiento topográfico con estación total”. Tesis presentada por:(Vasquez Castañeda, 2022) cuyo objetivo es: verificar si la cuantificación de material almacenado recabado a través de un levantamiento topográfico utilizando equipos de sobrevuelo marca DJI Phantom 4Pro es relativamente homogéneo a la medición hecha con Estación Total (Trimble 56 DR200+).



Concluyendo que los levantamientos topográficos con ambos instrumentos son similares a la hora de computarizar los datos obtenidos.

“Desarrollar la fotogrametría aérea con unidad autónoma de vuelo en un depósito de relaves como herramienta para monitoreo de depósito relave”, tesis de grado presentada por (Ayala Ayala, 2017), en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, el objetivo es aplicar este mecanismo de la Fotogrametría con Drone sobre un almacén de material residual como instrumento de seguimiento medioambiental de vertedero de desechos, concluyendo que la Fotogrametría permite diagnosticar posibles riesgos de vulnerabilidad en taludes, por lo que recomienda una intervención para reforzar y así estabilizar para que brinde las garantías correspondientes.

“Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza san luis-2017”, tesis de grado presentado por (Sanchez Vargas, 2017) en la Universidad Cesar Vallejo-Nuevo Chimbote cuyo resumen es teniendo como objetivo verificar el grado y margen de error de un levantamiento topográfico con equipos de sobrevuelo no tripulado en la Plaza principal de San Luis concluyendo en que la exactitud es la congruencia de varios datos recabados dentro de un margen de error con un solo instrumento, que se puede comprobar con la fórmula de precisión. Cuyos datos obtenidos usando la operación mencionada que se evidencia en la “Tabla N°05 Precisiones de los Puntos de Control”, donde se ve que los resultados exceden la tolerancia permisible de 1/2000, lo cual permite afirmar que sus datos son confiables.



2.1.3 Ámbito Local

El título desarrollado por estudiantes de la EPITA “Precisión en el cálculo de volúmenes utilizando vehículos Aéreos no tripulados de ala fija y de ala rotatoria en contrastación con Estación Total, en el distrito de Calapuja Provincia de Lampa” (Mamani, Morales & Platero, Lerma, 2021) en la UNA-Puno cuyo objetivo es: evidenciar el rango de exactitud de los resultados recabados con Drone de ala fija y giratoria en comparación con la medición obtenida con la Estación Total en la cuantificación volumétrica, empleando la información recogida por el Drone de ala fija y giratoria (ebee Sensefly y Phantom 4 pro respectivamente) en comparación con un equipo de estación total, lo cual evidencia cuantitativamente empleando el una formula para comprobar su veracidad usando el Coeficiente de Correlacion de Pearson, y los cómputos obtenidos son similares y que la divergencia de precisión es menor. Las que se describen en el presente proyecto de investigación. También se tomó en cuenta la temporalidad empleada en la cuantificación volumétrica en todo el proceso metodológico para la obtención de datos (campo y gabinete) donde se verificó que el tiempo en el que se realizo el calculo volumetrico con el método de agrupamiento y tratamiento de datos con drone es menor con respecto al uso de la Estación Total. Lo mismo sucede con con el dron de ala giratoria y se obtienen resultados en menos tiempo.

El estudio titulado “Precisión de una aeronave no tripulada de ala fija en un levantamiento catastral rural a diferentes alturas de vuelo en contrastación con G.P.S. Diferencial en modo RTK”, tesis de grado presentado por (Cruz Chique & Rugguieri Ramos, 2019) en la UNA-Puno, donde el propósito es evidenciar la precisión de un Drone en un levantamiento topográfico operando con alturas diferentes comparando con G.P.S. diferencial con la configuración RTK, obteniendo como conclusión que la información recolectada con la medición con Drone tiene mayor precisión cuando está operada a una



altura dentro del rango de 154 a 204 metros sobre el nivel del suelo, y empleando la técnica T Student a un grado de precisión del 95% permitió obtener datos confiables en comparación con el G.P.S. diferencial en modo RTK.

“Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional”, tesis de grado presentado por Tacca Qquelca, (2015) de la UNA-Puno, busca contrastar los datos obtenidos del escaneo con equipos de sobrevuelo (drone) controlados por software especializado Pix4D Mapper, y la comprobación con el método directo cuyo procedimiento nos afirma que la información de campo tomados con el drone y sus mediciones hechas con equipo de posición terrestre (estación total), debidamente georreferenciadas, dieron resultados muy congruentes pero la primera técnica evidencia menos costo por su operabilidad con un margen del 95% de confianza.

2.2 COMPARACIÓN VOLUMÉTRICA DE MATERIAL

Para la comparación y/o cálculo de volúmenes de material se debe considerar procedimientos topográficos geodésicos y fotogramétricos adecuados para obtener un resultado óptimo en nuestras muestras.

2.2.1 Teoría geodésica.

2.2.1.1 Geodesia.

La Geodesia estudia la posición relativa sobre la superficie terrestre, Helmert (1880) afirma que la Geodesia es un tratado científico de la medición y virtualización de la forma de la Tierra.



2.2.1.2 Geodesia astronómica.

Es asignación de puntos como coordenadas en la tierra a partir de las observaciones a los astros como son luna sol estrellas más cercanas (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015)

2.2.1.3 Geodesia física.

También conocido como geodesia dinámica que se encarga de estudiar el área gravitacional terrestre y la distribución de la masa, estudiando la superficie muy similar (geoide) del espectro de gravedad de la tierra y su divergencia con la superficie matemática el elipsoide específicamente dedicado a la gravimetría (Berné Valero et al., 2014)

2.2.1.4 Geodesia geométrica.

Estudia la superficie matemática que es conocido como el elipsoide de revolución para determinar su tamaño forma y posición del elipsoide de revolución (Berné Valero et al., 2014)

2.2.1.4.1 Nivelación

Es el método empleado para la medición de alturas o proyecciones verticales de cualquier punto de la superficie terrestre el cual están vinculados a la malla terrestre asignado como punto inicial 0 y que demuestra al nivel promedio del mar, en diferentes lugares de referencia del planeta se ubican puntos con elevaciones vinculado a superficies para localizar y calcular la diferencia de altitud. (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).



2.2.2 Referencia de superficies

2.2.2.1 Superficie física.

También llamada geoide, cuya superficie gravitacional esta equipotencialmente localizado aproximadamente al nivel promedio del mar y que es de una morfología irregular, que todo punto es perpendicular en dirección a la gravedad es debido a la variación de las masas de la tierra y la rotación de la misma (Sevilla de Lerma, 2012).

2.2.2.2 Datum.

Es un sistema que opera en base a la referencia geodésica que es definido por una superficie de referencia ubicada en el espacio generado por una malla de puntos debidamente compensados. El datum geodésico es definido por un grupo de definiciones especificando de sistema de vinculación de coordenadas el datum se define en dos partes datum horizontal y datum vertical (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).

2.2.3 Especificaciones técnicas de posicionamiento en Perú.

2.2.3.1.1 Punto geodésico orden “0”.

Destinado como nivel continental para los estudios de la transformación de la corteza terrestre a nivel regional y global de las placas tectónicas trabajos geodinámicos que requiera exactitud aproximada máxima de 4.00 milímetros y también son utilizados para el aumento progresivo de la malla geodésica local. (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).

2.2.3.1.2 Punto geodésico orden “A”.

Este orden son aplicados para trabajo de sistema geodésico a nivel continental básico para realizar estudios de la transformación focalizada de la corteza terrestre y o encomendaciones que se requieran una precisión máxima de 6.00 milímetros (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015)



2.2.3.1.3 Punto geodésico orden “B”.

Este orden está destinado para el levantamiento de la densificación de la malla geodésica nacional conectados a una red básica que son utilizados para trabajos de topografía que requiera una alta confiabilidad y márgenes permisibles de error como la geodinámica para trabajos que se admita una aproximación máxima de 8.00 milímetros (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).

2.2.3.1.4 Punto geodésico orden “C”.

Este ítem asignado a la designación de puntos de verificación supletorio en para ámbitos diversos (área urbanas y rurales) para la ayuda de encomendaciones básicos de ingeniería y el estudios urbanos y rurales que requieran una precisión máxima permisible de 10.00 milímetros (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).

2.2.3.1.5 Puntos de apoyo (PFCH).

Estos puntos tienen las mismas características del ORDEN C no son monumentados y se destinan para la utilización de fotocontrol para Encargos de campo en materia de ingeniería en área urbanas y rurales que requieren presiones máximas de 10.00 milímetros (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).

Tabla 1: Posicionamiento de Receptor GNSS en Campo.

Estaciones de Control	0	A	B	C	Enlace	Dist. Máxima KM	Días
0	8				Red	4000	14
A	3				Red	500	7
B	3	3	3		Red	250	2
C	1	1	1		Línea base	100	900 épocas

Nota. Resumen de enlace y posicionamiento de un receptor geodésico. Fuente: (Instituto Geografico Nacional del Peru, 2015).



Tabla 2: Procesamiento Geodésico

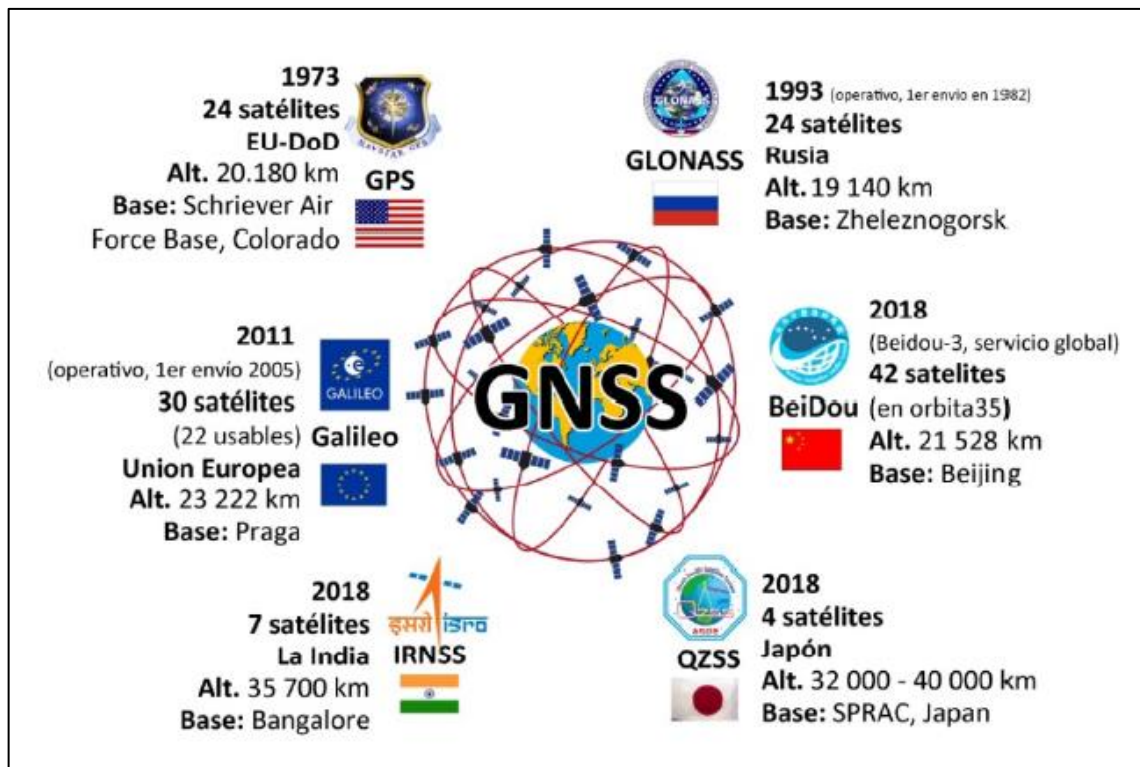
Estaciones de control	Efemérides	Días	Precisión h(mm)	Precisión v(mm)	Software
0	Precisa finales	13 días	4	6	Científico
A	Precisa finales	13 días	6	8	Científico
B	Precisas rápidas	17 horas	8	10	Comercial
C	Precisa épocas ultras rápidas	3 horas	10	15	Comercial

Nota. Resumen de procesamiento geodésico de los puntos. Fuente: (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2015).

2.2.4 Sistema de posicionamiento global.

La definición de GNSS acrónimos en inglés (Global Navigation Satellite Systems) es un concepto que universaliza a todos los sistemas de navegación por satélite, que proporciona su posición sobre la superficie terrestre de diferentes precisiones según sea las características de receptor de satélites los sistemas actuales que están en funcionamiento son GPS, GLONASS BeiDou GALILEO y QZSS (Berné Valero et al., 2014).

Figura 1: Constelaciones del sistema GNSS.



Nota. Constelaciones GNSS y su navegación. Fuente:(Denis Ávila & Cruz Flores, 2021)

2.2.4.1 Sistema de navegación GPS.

Se distinguen tres segmentos

El segmento espacial, que posee todos los satélites que emiten la señal conformados por satélites de comunicación y de navegación.

El segmento de control, que controla el todo el sistema como son las estaciones de central, estación principal que está encargada de calcular las futuras orbitas de los satélites.

El segmento usuario, todo tipos de receptores, son indicadores enviados por satélites y estas son utilizadas para la posición en modo cinemático, estático y navegación también para determinar con precisión el tiempo (Berné Valero et al., 2019).



El conjunto de satélites denominado NAVSTAR (GPS) y conformado por 32 satélites de los cuales 30 activamente operando y 2 en reserva, estas orbitan a la Tierra con un número de dos veces en 24 horas y una velocidad estimada de 13 300 km/h.(Mendoza, 2020)

2.2.5 Métodos de posicionamiento.

2.2.5.1 Posicionamiento absoluto.

El posicionamiento absoluto es conocido también como posicionamiento de punto preciso (PPP) es un modelo que indica la posición que utiliza los receptores que puede ser utilizado en modo autónomo generalmente se utilizó para la navegación y ahora con los receptores geodésicos realizar post proceso en línea (Lu et al., 2014)

2.2.5.2 Posicionamiento relativo

2.2.5.2.1 Método estático y estático rápido

Técnica utilizada para la posición GNSS relativo de gran exactitud basadas en mediciones estacionarias y tiempo prolongado, el estático rápido son similares que al posicionamiento estático con la diferencia de tiempos cortos en ambos casos forman líneas base enlazados a una base estacionaria (Gebre-Egziabher & Gleason, 2009)

2.2.5.2.2 Método cinemático

Es la técnica generalizada de "stop-and-go" para y avanzar en lugar de coordinas directamente con los puntos estacionarios y no tener encueta la trayectoria de nuestra antena mientras se mueve la intención cinemática es determina la posición de la antena mientras se mueve al cual se conoce con las soluciones RTK PPK NTRIP (Gebre-Egziabher & Gleason, 2009)



2.2.6 Sistema de coordenadas.

La superficie de referencia terrestre que se considera es un elipsoide de revolución lo más lógico es utilizar una geometría esférica para la definición del sistema de referencia para derivar los conceptos de latitud y longitud para posicionar las coordenadas geográficas en un punto terrestre cualquiera. (Olaya, 2014)

2.2.6.1 Coordenadas geodésicas.

2.2.6.1.1 Coordenadas UTM

Una de las proyecciones cartográficas más extendidas en todos los ámbitos es la proyección Universal Transversal Mercator UTM, una cuadrícula UTM cuanta con 60 husos de 1 y 60 cada uno abarca 6° de longitud y formado los 60 husos 360° y la numeración avanza al ESTE. En caso de la latitud se divide en 20 zonas codificadas de la letra C a la X y a la vez para evitar números negativos se considera un origen en cada zona falso ESTE 500,000 y en el hemisferio sur se considera $10'000,000$ para evitar números negativos (Olaya, 2020).

2.2.6.1.2 Coordenadas geográficas.

Es un sistema de coordenadas esféricas que utiliza latitud y longitud para localizar su ubicación se utilizan valores angulares.

Latitud (ϕ). Angulo formado por la vertical ($N = \text{normal}$) lo cual se interseca por el elipsoide y el plano del Ecuador, se mide de 0° a $90^\circ N$ y de 0° a $90^\circ S$ para el hemisferio norte y sur respectivamente.

Longitud (λ). En el plano del meridiano que surge del origen (Greenwich), con respecto a un punto asignado dentro del planeta, las longitudes se calibran de 0° a 180° en sentido este u oeste del meridiano origen Coordenadas(Olaya, 2014).



2.2.7 Sistema de referencia vertical.

2.2.7.1 Altura Ortométrica.

Tomado como el valor promediado de la gravedad calculada en la línea de plomada que se ubica entre en punto de observación y el geoide su definición matemática es $H=h-N$ donde H es altura ortométrica h altura elipsoidal N ondulación geoidal (Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile, 2018).

2.2.7.2 Altura Elipsoidal.

Es la distancia entre la superficie terrestre y el elipsoide de referencia estas altura tomo empezó a tener relevancia cuando se utilizó los sistemas global de navegación por satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS) , actualmente el elipsoide de referencia que se utiliza es GRS80 (Geodetic Reference System 1980) por convención GNSS y SIRGAS (Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile, 2018)

2.2.7.3 Altura nivelada.

Es la altura de un punto con referencia al nivel promedio del oceano el cual todos los países cuentan con red de nivelación. También se nivela a partir de un BM monumentado con y con elevación de un modelo Geoidal realizando circuitos de nivelación con nivel de ingeniero o estación total medición directa en campo (Mendoza, 2020)

2.2.7.4 Ondulación Geoidal.

Es la comparación de una altura geodésica mediante observaciones GNSS el cual se obtiene la altura elipsoidal y la altura de un modelo geoidal, esta diferencia se conoce como altura geoidal u ondulación geoidal que se representa con la siguiente relación $N=h-H$ (Wolf & Ghilani, 2016)



2.2.8 Levantamiento topográfico.

Se clasifican en dos partes levantamiento geodésico y levantamiento de plano, la distinción principal es en el procedimiento y operación previa, mediciones en campo en la teoría geodésica el factor que se debe tomar en cuenta es a curvatura terrestre los cuales los cálculos se deben realizar sobre un elipsoide de referencia que actualmente es más utilizado para realizar los cálculos geodésico de las observaciones GNSS en sistema tridimensional y en levantamiento de plano son sistemas locales en coordenadas locales o georreferenciadas se puede trabajar con una estación total, scanner, lidar, fotogrametría referida a una altura orto métrica (Wolf & Ghilani, 2016).

2.2.9 Levantamiento fotogramétrico.

Es el empleo de métodos fotogramétricos el cual por medios de fotografías se consigue la forma del terreno y forma un esquema de topografía y estas foto ortogonales pueden ser tomadas desde cualquier perspectiva aéreo o terrestre (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2011).

2.2.9.1 Cámaras fotogramétricas.

La cámara se debe caracterizar por poseer una exposición rápida y de velocidad de guardado, las fotos aéreas puede ser simples o foto aislada foto en serie son cámaras que cada determinado tiempo realiza una captura en función a la velocidad de la aeronave tomando en cuenta el solapamiento longitudinal y transversal estas siendo tonalmente automáticas (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2011)

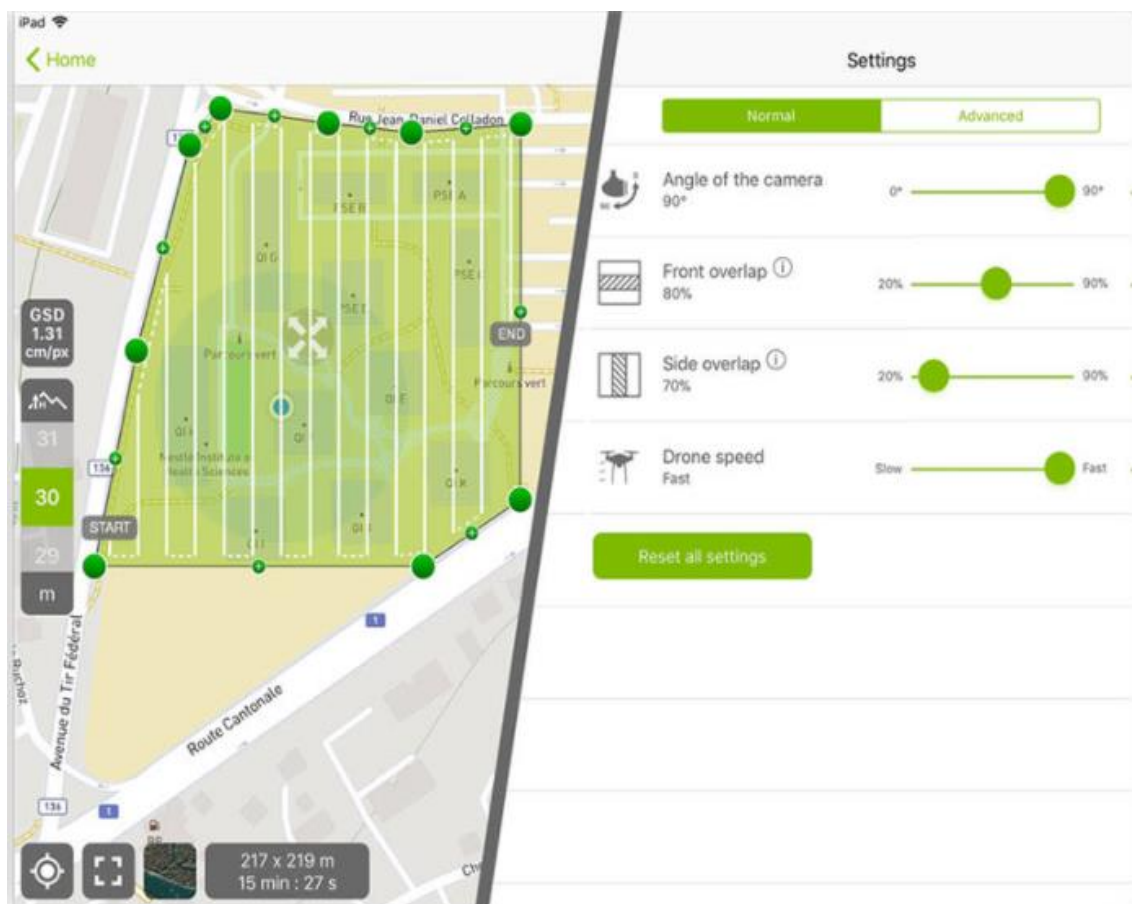
2.2.9.2 Fotogramas.

Es la fotografía tomada por una cámara montada en un avión, dron, o foto tomada en tierra estos fotogramas llevan información de la distancia focal y altitud de sobrevuelo, hora de la toma orden de la fotografía el tamaño del fotograma que puede ser de 18 cm x 18 cm, 23 cm x 23 cm y 30 cm x 30 cm(Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2011).

2.2.9.3 Plan de vuelo.

Se define la región a intervenir para escanear en una incursión concreta el área personalizando los parámetros de vuelo como son traslape ángulo de cámara altura de vuelo del dron (Pix4D SA, 2022).

Figura 2: Planificador de Vuelo Pix4D Capture



Nota. El planificador de vuelo es utilizado para dron Phantom 4PRO v2. Fuente. (Pix4D SA, 2022)



2.2.10 Clasificación de la fotogrametría

2.2.10.1 Instrumental.

Son tres funciones análogas, analíticas y digitales. Los fotogramas **análogos** que se miden con equipos análogos estereoscópicos, las **analíticas** con equipos y técnicas computacionales y las **digitales** netamente con software computacional (Quirós Rosado, 2014).

2.2.10.2 Distancia al objetivo.

Fotogrametría **espacial** define que son mediciones satelitales de las imágenes fotogrametría **aérea** que puede ser obtenido desde drones y aviones u otros similares, fotogrametría **terrestre** son medidos desde la superficie terrestre cámara montado sobre trípode un vehículo o una persona fotografiando (Quirós Rosado, 2014)

2.2.11 Volumen de material.

2.2.11.1 Diseño perfil y sección

El diseño del perfil o lineamiento vertical está conformado por líneas adosadas por una curva vertical parabólica para obras lineales. La sección transversal las dimensiones deben permitir el servicio de un determinado proyecto sin opacar la función primordial de complementos del corte atravesado por bermas, cunetas y otras partes que complementa el proyecto (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

2.2.11.2 Diseño de rasante

Las consideraciones en terreno ondulado seguir la forma de las superficies, lograr pendientes moderadas, evitar pendientes largas de bajada considerar pendientes mínimas y máximas respetando los valores de K establecidos en el DG-2018 Perú según la clase de la carretera (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)



2.2.11.3 Cálculo de volúmenes

2.2.11.3.1 Perfiles consecutivos

El perfil es el corte que se produce en una superficie o TIN por las planos verticales progresivas, estas superficies pueden ser en forma de planas – rectas o cilíndricas –curvas, dicha proyección en planta de dicha superficies se le conoce como alineamiento y todos ellos forman el trazado de un perfil longitudinal en la proyección vertical (Guevara - Martínez, 2015)

2.2.11.4 Tipo de perfiles.

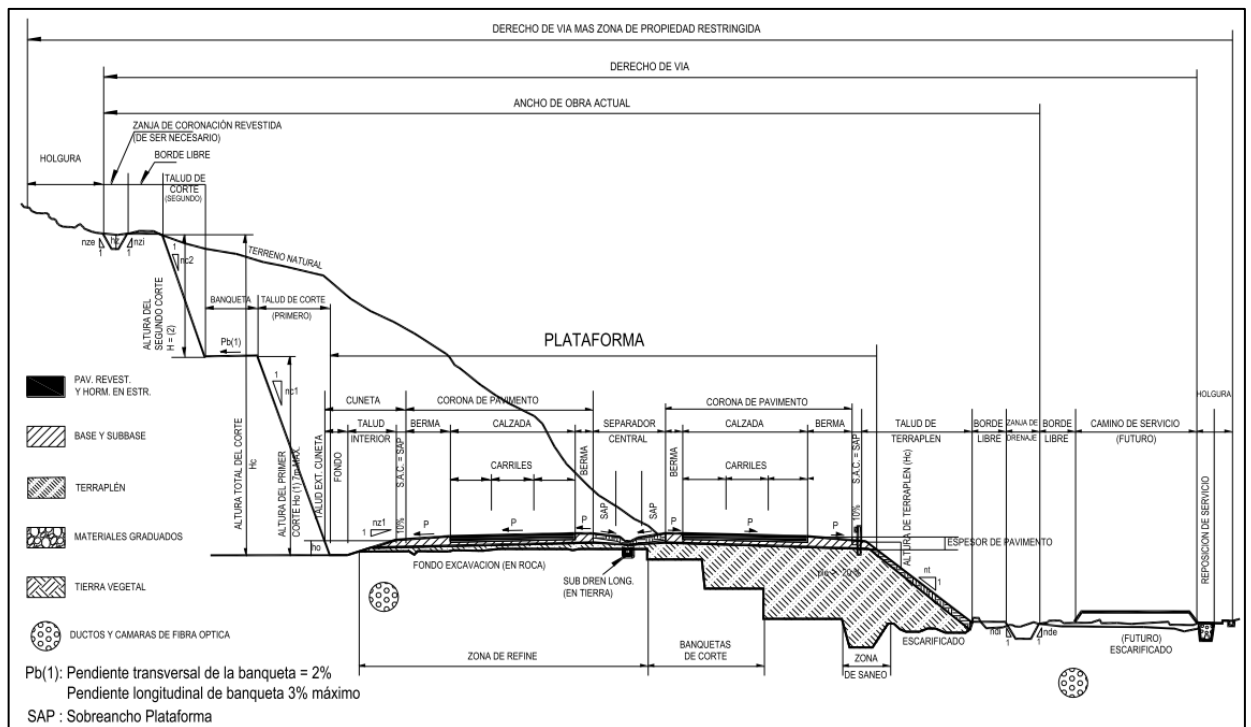
2.2.11.4.1 Perfil longitudinal.

Es una sección compuesta de planos seriados verticalmente que recorren una línea guía de un proyecto longitudinal estos perfiles contienen información de kilometraje elevación de rasante subrasante altura corte o relleno. (Guevara - Martínez, 2015)

2.2.11.4.2 Perfil transversal.

Son trazos perpendiculares al eje o alineamiento en carreteras tiene los elementos principales carril, calzada, bermas cunetas para drenaje pluvial banquetas taludes corte de relleno barreras de seguridad algunas obras de drenaje protección, etc. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

Figura 3: Sección Transversal de una Carretera en Perú



Nota. Elementos de una sección trasversal de una carretera en Perú. Fuente:(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.3 EQUIPAMIENTO TOPOGRÁFICO Y APLICACIÓN.

2.3.1 Equipos convencionales.

Los equipos y técnicas de trabajo se la segunda revolución se continua utilizando de manera universal porque las bases técnicas no cambia, esto hace el proceso sea lento en comparación con las nuevas geo tecnologías los equipos de medición electrónica sensores remotos observaciones satelitales computadores etc. que hace posible de la obtención de gran cantidad de información (Mendoza, 2020)

2.3.2 Equipos geodésicos.

2.3.2.1 Sistemas GNSS

Se clasifican en dos sistemas sistema integrado y sistema modular se detalla en el siguiente párrafo.

Los sistemas integrados, son de acuerdo a la siguiente imagen son equipos con radio integrada antena GNSS integrada junto al receptor de los satélites en cualquier en un solo componente de cualquier marca¹ (Trimble Inc., 2022)

Los sistemas modulares, de acuerdo a la siguiente imagen son equipos separados una antena GNSS y el receptor las conexiones son por cable de antena a receptor, estos equipos son utilizado para estaciones continuas² (Trimble Inc., 2022)

2.3.2.2 Tipos de receptores geodésicos

2.3.2.2.1 Navegador y submétricos.

Receptor tipo navegador Su funcionamiento es por decodificar la señal C/A de la onda portadora L1 teniendo una precisión de hasta 10 metros, los receptores submétricos tiene las mismas características que los navegadores pero trabajan con corrección diferencial mejorando su precisión al metro (Mendoza, 2020)

2.3.2.2.2 Receptores GNSS de frecuencia L1.

Estos receptores tiene la portadora de la frecuencia de L1 de código C/A trabajan en modo diferencial con recolección de datos estáticos y RTK de orden 1cm (Mendoza, 2020).

2.3.2.2.3 Receptores GNSS de frecuencia L2.

Toman puntos de visión de los equipos que intervienen como los satélites, haciendo mediciones de código C/A y P en L1, de código P y L2C en L2, y medidas de fase en L1 y L2. También se pueden desempeñar en modo diferencial tanto estático como en RTK, su rango de confiabilidad está en orden de 5 mm + 1 ppm (Mendoza, 2020)

¹ Descritos de la que muestra a continuación de este párrafo

² Descritos de la que muestra a continuación de este párrafo



2.3.2.2.4 Receptores GNSS de frecuencia múltiples.

Las nuevas señales de uso civil L2C, L5 y L1C, estas señales se introducirán de manera ordenada en todos los nuevos satélites y no serán podrán ser usables hasta que emitan señal de 18 a 24 satélites. (Berné Valero et al., 2014)

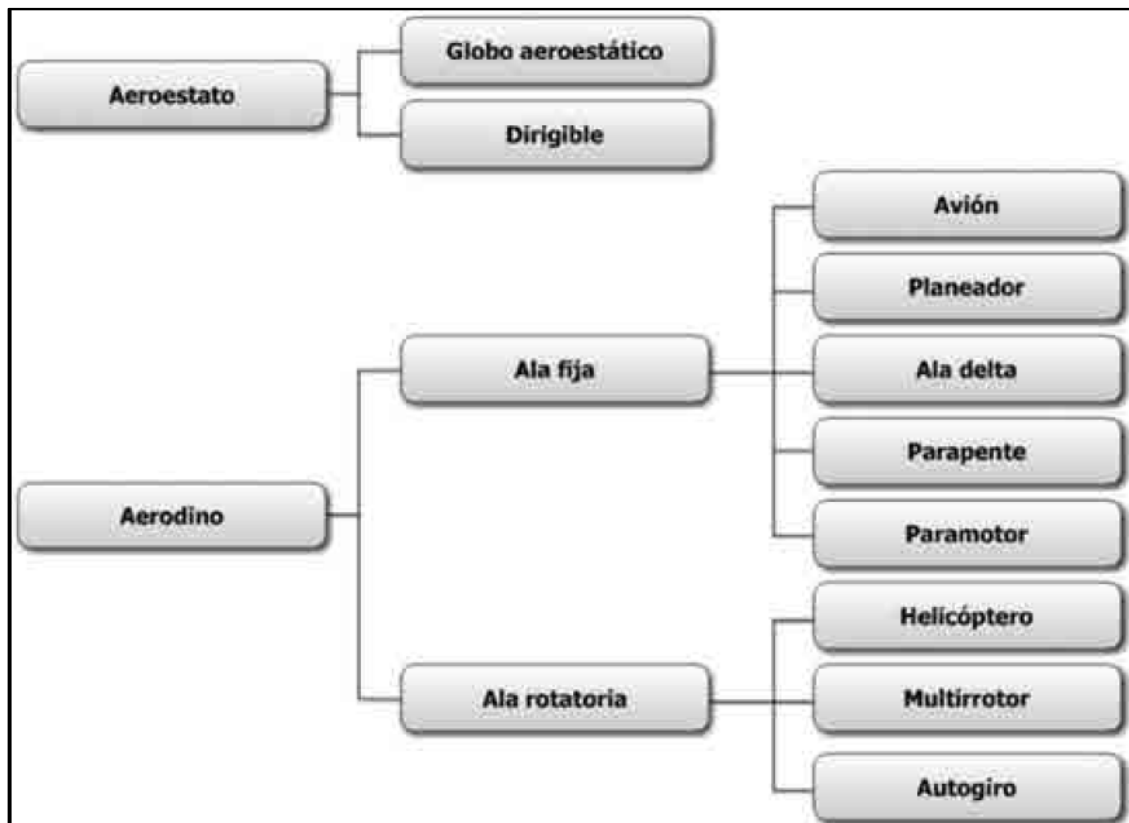
2.3.3 Vehículos aéreo no tripulado drone.

El Sistema de aeronave controlada a distancia (*Remotely-Piloted Aircraft System, RPAS*): Son elementos de configuración formado por un RPA, la estación de pilotaje Remoto a distancia (RPS – *Remote Pilot tation*), el sistema requiere de enlaces de instrucción y seguimiento y cualquier equipo adicional en cualquier punto durante la operación del vuelo (Rejado Cuerno, 2015)

2.3.3.1 Clasificación de drones

Hay muchas maneras de separar las aeronaves, pero comúnmente se diferencian de la forma en la que los equipos de sobre vuelo obtienen mantenerse en el aire lo cual en siguiente grafico se sugiere una posible separación por tipologías según características de las aeronaves (Oñante de Mora, 2015).

Figura 4: Clasificación de Aeronaves



Nota. Clasificación por su forma de sustentación. Fuente (Oñante de Mora, 2015)

2.3.3.1.1 Alas fijas.

Los drones y son similares a un avión y ligero para vuelos de grandes extensiones superficiales (Sánchez Martínez, 2022)

2.3.3.1.2 Multirotoros.

Se presentan en forma de cuadricópteros (4 rotores con hélices), de 6 (hexacópteros) u 8 hélices, mitad de las hélices giran en el sentido de las agujas del reloj y las otras en el otro sentido para crear una fuerza de empuje para elevar el drone la ventaja es que pueden mantenerse en un solo punto y no variar su posición todo gracias al giroscopio y estabilizadores que poseen, lo que permite la precisión en las captura de fotos y tomas de vídeo con el gimbal estabilizado (Sánchez Martínez, 2022)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DEL ESTUDIO

Este proyecto de investigación se desarrolló en la carretera desvío Cutini a centro poblado de Casimuyo Huallatiri que está ubicado en el desvío de la carretera panamericana sur Puno - Desaguadero en las coordenadas latitud $16^{\circ}12'0.51''S$ longitud $69^{\circ}31'14.83''O$ y UTM este 444335.43 m E norte 8208855.28 m S y elevación 3830 (desvío de la carretera).

Figura 5: Ubicación del estudio.



Nota. Mapa de ubicación del estudio. Fuente: (Google Earth Pro, 2022)



3.2 EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

3.2.1 Materiales.

- Agua.
- Hormigón.
- Cemento.
- Pintura Thiner.
- Clavo 4”.

3.2.2 Herramientas.

- Pico.
- Pala
- Balde.
- Badilejo.
- Martillo.
- Cinta métrica.
- Pincel
- Brocha

3.2.3 Equipos topográficos

- 01 Estación Total Trimble M3 de 2” Serie X13-12055
- 02 Receptores GNSS de doble frecuencia.
- 01 Radio para Real Time Kinematic (RTK).
- 01 Nivel de Ingeniero Marca Leica, Modelo Sprinter 250M, Serie 2211065
- 03 Trípodes.
- 01 drone PHANTOM PRO 4 Serie OHACECMOA20152
- 02 Cámaras Fotográficas (Redmi Note 10 Pro).
- 01 Impresora portátil (Cannon).



- 01 Computadora personal portátil.

3.2.4 Programas informáticos

- Trimble business center
- Agisoft Metashape profesional
- Microsoft Excel 2019
- Microsoft Word 2019
- Autocad Civil 3D 2020
- IBM SPSS Statistics
- Mendeley Desktop

3.3 POBLACIÓN Y TAMAÑO DEMUESTRA

Población: Se han seleccionado 02 secciones consecutivas en 14 tramos al azar siendo n y $n+1$ para cálculo de volumen siendo la progresiva del tramo ($n+1$)

Muestra: secciones seleccionadas: no probabilístico por conveniencia el nivel de investigación el cuantitativo transversal

3.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MÉTODOS, USO DE MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.

3.4.1 Objetivo específico 1

3.4.1.1 Nivelación

Se realizó la nivelación geométrica ida y vuelta de los 06 vértices previamente monumentados, este consiste en medir los desniveles entre puntos realizando las lecturas a una mira graduada (barra de códigos para nivel electrónico) debidamente nivelada con un nivel esférico para obtener la línea de plomada obteniendo los siguientes datos se presenta la libreta de nivelación y su compensación.

Figura 6: Nivelación Geométría



Figura 7: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-01 a BM-02

COMPENSACION DE LIBRETA DIGITAL DE NIVELACION TRAMO BM-01@BM-02									
PTO	COTA	DES	DISTANCIA	GEOIDE	COTA	VÉRTICE			
BM-01	3815.5130	BM-01	1000	EGM-08	3815.5130	BM-01			
BM-02	3820.5925	BM-02	0						
N° CAMBIOS		5		N° CAMBIOS		4			
PTO	VAT	INS	VAD	COTA	PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-01	1.6185	3817.130		3815.513	BM-02	0.2430	4005.300		3820.5910
	1.153815		0.887			0.3729	4003.428	2.2458	
	1.369776		0.420			0.5130	4002.316	1.6247	
	1.688688		0.668			0.7611	4001.534	1.5429	
	1.9293734		0.638				3999.976		
BM-02			0.067	3820.5910	BM-01			1.5577	3815.5099
	7.7582	5.0780	2.6802			1.8901	-5.0810	6.9711	
TOLERANCIA	$e_k \times \sqrt{K}$, $e_k = 10\text{mm}$		10.0 mm		CONFORME				
ERROR CIERRE	$\Delta H_{IDA} - \Delta H_{RET}$		3.1 mm						
DIF ALTURAS	$\text{PROMEDIO}(\Delta H_{IDA}, -\Delta H_{RET})$		5.0795 m						

Figura 8: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-02 a BM-03

COMPENSACION DE LIBRETA DIGITAL DE NIVELACION TRAMO BM-02@BM-03

PTO	COTA	DES	DISTANCIA	GEOIDE	COTA	VÉRTICE
BM-02	3820.5925	BM-02		1000	EGM-08	3815.5130
BM-03	3828.8548	BM-03	0			

N° CAMBIOS	5
------------	---

N° CAMBIOS	4
------------	---

PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-02	1.879818	3822.472		3820.5925
	2.158458		0.129	
	2.17057		0.260	
	2.420625		0.229	
	1.964247		0.613	
BM-03			1.102	3828.8535
	10.5937	8.2610	2.3327	

PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-03	0.5826	3829.436		3828.8535
	0.608722	0.609	3.131	
	0.609963	0.610	3.043	
	0.69927	0.699	2.813	
BM-02			1.777	3820.5900
	2.5006	-8.2635	10.7841	

TOLERANCIA	$ek \times \sqrt{K}$, $ek = 10\text{mm}$	10.0 mm	CONFORME
ERROR CIERRE	$\Delta H_{IDA} - \Delta H_{RET}$	2.5 mm	
DIF ALTURAS	PROMEDIO(ΔH_{IDA} , $-\Delta H_{RET}$)	8.2623 m	

Figura 9: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-03 a BM-04

COMPENSACION DE LIBRETA DIGITAL DE NIVELACION TRAMO BM-03@BM-04

PTO	COTA	DES	DISTANCIA	GEOIDE	COTA	VÉRTICE
BM-03	3828.8548	BM-03		1000	EGM-08	3815.5130
BM-04	3874.4290	BM-04	0			

N° CAMBIOS	19
------------	----

N° CAMBIOS	17
------------	----

PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-03	2.268639	3831.123		3828.8548
	2.470411	2.470	0.445	
	2.347299	2.347	0.326	
	2.434872	2.435	0.198	
	2.439666	2.440	0.251	
	2.513172	2.513	0.092	
	2.472576	2.473	0.323	
	2.444458	2.444	0.355	
	2.882022	2.882	0.226	
	2.247399	2.247	0.093	
	2.752599	2.753	0.176	
	2.890524	2.891	0.310	
	2.87865	2.879	0.494	
	3.142575	3.143	0.048	
	3.582086	3.582	0.056	
	2.730654	2.731	0.052	
	2.858172	2.858	0.125	
	3.046304	3.046	0.276	
	3.177365	3.177	0.138	
BM-04			2.022	3874.4262
	51.5794	45.5714	6.0080	

PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-04	0.093511	3874.520		3874.4262
	0.119805	0.120	3.117	
	0.772205	0.772	3.096	
	0.398598	0.400	3.515	
	0.109434	0.109	3.536	
	0.041588	0.042	2.952	
	0.073497	0.073	3.023	
	0.176627	0.177	2.645	
	0.315522	0.316	2.994	
	0.274162	0.274	2.720	
	0.494093	0.494	2.846	
	0.427817	0.428	3.269	
	0.173665	0.174	3.149	
	0.19852	0.197	2.812	
	0.069387	0.069	2.632	
	0.093931	0.094	3.117	
	0.540604	0.541	2.295	
BM-03			2.232	3828.8492
	4.3720	-45.5770	49.9489	

TOLERANCIA	$ek \times \sqrt{K}$, $ek = 10\text{mm}$	10.0 mm	CONFORME
ERROR CIERRE	$\Delta H_{IDA} - \Delta H_{RET}$	5.5 mm	
DIF ALTURAS	PROMEDIO(ΔH_{IDA} , $-\Delta H_{RET}$)	45.5742 m	

Figura 10: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-04 a BM-05

COMPENSACION DE LIBRETA DIGITAL DE NIVELACION TRAMO BM-04@BM-05									
PTO	COTA	DES	DISTANCIA		GEDIDE	COTA	VÉRTICE		
BM-04	3874.4290	BM-04	200		EGM-08	3815.5130	BM-01		
BM-05	3873.0282	BM-05	0						
N° CAMBIOS		2		N° CAMBIOS		2			
PTO	VAT	INS	VAD	COTA	PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-04	2.274276	3876.703		3874.4290	BM-05	2.30526	3875.333		3873.0282
	0.227087	0.227	1.638			1.664755	1.665	0.188	
							0.000		
BM-05			2.264	3873.0282	BM-04			2.381	3874.4288
	2.5014	-1.4008	3.9022			3.9700	1.4007	2.5694	
TOLERANCIA	$ek \times \sqrt{K}$, $ek = 10\text{mm}$		4.5 mm		CONFORME				
ERROR CIERRE	$\Delta H_{IDA} - \Delta H_{RET}$		-0.1 mm						
DIF ALTURAS	PROMEDIO(ΔH_{IDA} , $-\Delta H_{RET}$)		-1.4007 m						

Figura 11: Libreta y Compensación de Nivelación Tramo BM-05 a BM-06

COMPENSACION DE LIBRETA DIGITAL DE NIVELACION TRAMO BM-05@BM-06									
PTO	COTA	DES	DISTANCIA		GEDIDE	COTA	VÉRTICE		
BM-05	3873.0282	BM-05	800		EGM-08	3815.5130	BM-01		
BM-06	3885.3091	BM-06	0						
N° CAMBIOS		6		N° CAMBIOS		5			
PTO	VAT	INS	VAD	COTA	PTO	VAT	INS	VAD	COTA
BM-05	2.506205	3875.534		3873.0282	BM-06	0.218836	3885.530		3885.3109
	2.92727		0.449			0.296055	0.296	2.620	
	2.819665		0.076			0.34095	0.341	2.752	
	2.685471		0.319			0.288011	0.288	3.167	
	2.765562		0.101			0.149504	0.150	2.673	
	1.281593		0.982						
BM-06			0.776	3885.3109	BM-05			2.359	3873.0318
	14.9858	12.2827	2.7031			1.2934	-12.2791	13.5724	
TOLERANCIA	$ek \times \sqrt{K}$, $ek = 10\text{mm}$		8.9 mm		CONFORME				
ERROR CIERRE	$\Delta H_{IDA} - \Delta H_{RET}$		-3.6 mm						
DIF ALTURAS	PROMEDIO(ΔH_{IDA} , $-\Delta H_{RET}$)		12.2809 m						

Tabla 3: Resumen de las Elevaciones niveladas.

PUNTO	COTA
BM-01	3815.5130
BM-02	3820.5925
BM-03	3828.8548
BM-04	3874.4290
BM-05	3873.0282
BM-06	3885.3091

Nota. Como punto de inicio de nivelación de toma el BM-01 Para el error de cierre.

3.4.1.2 Método para la georreferenciación

Se empleo 02 equipos de recepción geodésicaa para el posicionamiento GNSS de doble frecuencia para el establecimiento de los puntos de control en la carreta desvió Cutini siendo un total de 06 BM's, estableciendo como punto principal de radiación GNSS el BM-06, el BM-06 fue georreferenciado con posicionamiento punto preciso PPP


Figura 12: Georreferenciación del BM-06 en método Estático.



Nota. Levantamiento estático junto a nivelación



Figura 13: Reporte Procesamiento PPP del BM-06.



Post-Processing Service Based on RTX Technology

TrimbleRTX.com

Contributor: jvansf@gmail.com
 Reference Name: 00623632.T02
 Upload Date: 01/21/2022 22:48:42 UTC

Report Time Frame:
 Start Time: 12/29/2021 16:18:33 UTC
 End Time: 12/29/2021 21:26:53 UTC

Observation File Type(s): T02
 Observation File(s): 00623632.T02

Antenna:
 Name: TRMR8S NONE
 Height: 1.509 m
 Reference: Bottom of antenna mount

Receiver Name: TRIMBLE R8S
 Coordinate Systems: ITRF2014
 Tectonic Plate: South America (Auto-detected)
 Tectonic Plate Model: MORVEL56
 Processing Interval: 10 s

Statistics

# Total Obs	# Usable Obs	# Used Obs	Percent
18501	1850	1850	100

Used Satellites

# Total Satellites:	23
GPS:	G01 G03 G04 G08 G09 G10 G16 G18 G21 G23 G26 G27 G29 G31 G32
GLONASS:	R01 R05 R07 R08 R09 R20 R21 R22

Processing Results

ITRF2014 at Epoch 2010.0		
Coordinate	Value	σ
X	2143722.318 m	0.007 m
Y	-5742971.894 m	0.011 m
Z	-1769862.167 m	0.005 m
Latitude	16° 12' 26.19754" S	0.004 m
Longitude	69° 31' 49.89760" W	0.006 m
El. Height	3930.176 m	0.012 m

ITRF2014 at Epoch 2021.99		
Coordinate	Value	σ
X	2143722.302 m	0.007 m
Y	-5742971.928 m	0.011 m
Z	-1769862.078 m	0.005 m
Latitude	16° 12' 26.19454" S	0.004 m
Longitude	69° 31' 49.89849" W	0.006 m
El. Height	3930.176 m	0.012 m

Report Information

Trimble RTX Solution ID: 26022704
 Solution Type: Static
 Software Version: 8.5.1.20196
 Creation Date: 01/21/2022 22:49:09 UTC

Disclaimer
 Trimble Navigation Limited does not guarantee availability, reliability, and performance of the current RTX Post-Processing service and accepts no legal liability arising from, or connected to, the use of information on this document or use of this service.

Nota. Reporte de procesamiento de punto Preciso se utilizó las coordenadas para Base ITRF2014 at EPOch 2021.99.

Tabla 4: Resumen Georreferenciación de la línea base

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H.(Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. Elip (Metro)	Δaltura (Metro)
BM-06 --- BM-02 (B16)	BM-06	BM-02	Fija	0.002	0.004	51°35'06"	752.565	-64.704
BM-06 --- BM-03 (B3)	BM-06	BM-03	Fija	0.002	0.003	75°27'10"	466.468	-56.445
BM-06 --- BM-05 (B5)	BM-06	BM-05	Fija	0.002	0.003	168°01'54"	181.105	-12.273

Tabla 5: Lista de Coordenadas Geográficas WGS-84

ID	Latitud (Global)	Longitud (Global)	Altura (Global) (Metro)
BM-02	S16°12'10.98209"	O69°31'30.04577"	3865.472
BM-03	S16°12'22.38277"	O69°31'34.69656"	3873.731
BM-05	S16°12'31.95813"	O69°31'48.63400"	3917.903
BM-06	S16°12'26.19454"	O69°31'49.89849"	3930.176

Tabla 6: Lista de Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur.

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación EGM 2008 (Metro)	Elevación Nivelada (Metro)	Factor escala altura	de de	Factor de escala combinada	de de	Ángulo de convergencia de meridiano
BM-01	444300.257	8208868.065		3815.513					
BM-02	443884.477	8208532.345	3820.606	3820.592	0.9996389396		0.9993944745		0.9990336328
BM-03	443747.289	8208181.673	3828.872	3828.855	0.9996391302		0.9993931815		0.9990325307
BM-04	443286.755	8207733.338		3874.429					
BM-05	443334.243	8207886.377	3873.053	3873.028	0.9996397070		0.9993862664		0.9990261945
BM-06	443296.242	8208063.383	3885.323	3885.309	0.9996397602		0.9993843450		0.9990243270

Nota. Las coordenadas del BM-01 y BM-04 son obtenidos con estación total.

3.4.1.3 Levantamiento topográfico con estación total y trazado

Se procedió con el levantamiento topográfico con una estación total utilizando las coordenadas UTM reportada de la georreferenciación en sistema de coordenadas WGS-84 y como datum vertical se utilizó las cotas niveladas, el método de levantamiento fue por radiación desde un punto conocido (desde cada BM).

Figura 14: Levantamiento Topográfico Estación Total.



Figura 15: Levantamiento Topográfico con Estación Total Vista con Prisma.



Nota. Levantamiento desde BM-06 Levantamiento topográfico

En el trazado se realizó un alineamiento horizontal y vertical sobre la superficie de rodadura existente obtenida del levantamiento topográfico (no se toma en cuenta lo parámetros mínimo de diseño) con fines comparativo de secciones transversales.

3.4.1.4 Levantamiento topográfico con drone

Se planificó el plan de vuelo para luego proceder con el vuelo fotogramétrico y procesamiento de los fotogramas para obtener la nube de puntos densa, el vuelo fotogramétrico se tomó en cuenta parámetros de altura de vuelo 60.00 metros para un GSD 1.6cm/px traslade entre fotografías 70% longitudinal y transversal tomando como



foto control los BM y adicionando foto controles los intermedios de los BMs. y su procesamiento de las fotografías.

Tabla 7: Puntos de Control Terrestre Para Fotogrametría

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación Nivelada (Metro)
BM-01	444300.257	8208868.07	3815.513
BM-02	443884.477	8208532.35	3820.592
BM-03	443747.289	8208181.67	3828.855
BM-04	443286.755	8207733.34	3874.429
BM-05	443334.243	8207886.38	3873.028
BM-06	443296.242	8208063.38	3885.309
FC	443178.662	8207909.08	3928.942
FC	443213.268	8208004.51	3904.95
FC1	443449.273	8207947.22	3845.471
FC1	443869.324	8208322.86	3823.982

Nota. Conocida también foto control coordenadas UTM y elevación Nivelada.

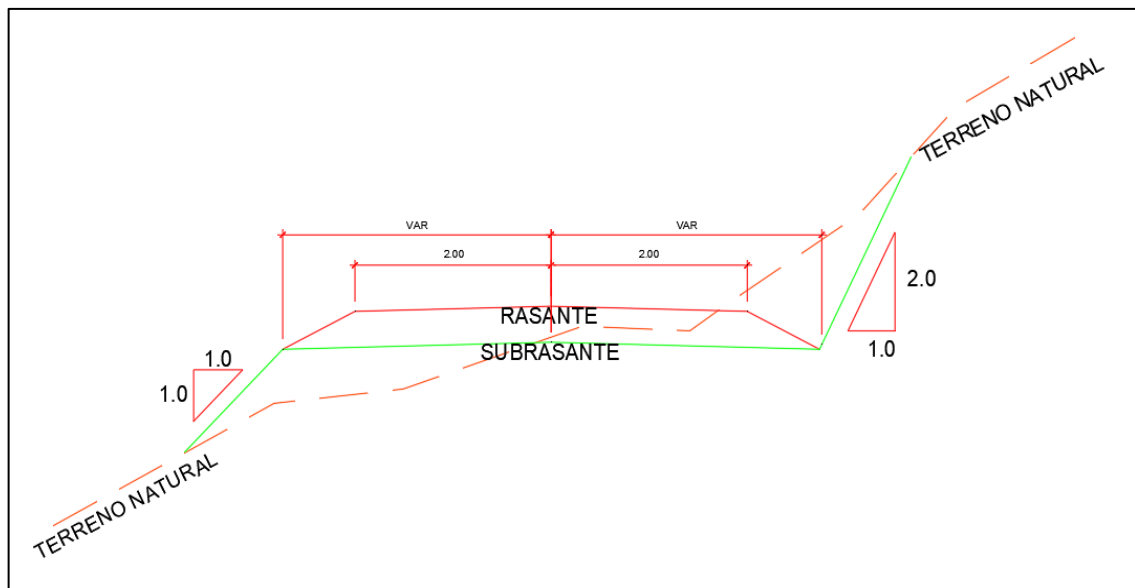
3.4.1.5 Determinación de volúmenes comparativos.

Sobreponer una nueva superficie para la comparación de volúmenes se tomó las secciones transversales de 20 metros en tangente y 10 metros en curvas del alineamiento horizontal y curvas verticales cada 10 metros.

3.4.2 Objetivo específico 2

Se procede con la construcción de un corredor para las dos superficies comparativas (levantamiento con estación total y drone), se continúa con el cálculo de las áreas de las secciones transversales de la carretera en estudio la superficie de estación total con respecto al corredor y la superficie obtenida de la Aero fotogrametría con respecto al corredor

Figura 16: Secciones Transversales.



Nota. Las secciones transversales de estación total y fotogrametría

3.4.3 Objetivo específico 3

Se realiza el cálculo comparativo del volumen de material acumulado parcial analizando las diferencias con los parámetros estadísticos véase en el apartado método estadístico – análisis de datos

3.5 MÉTODO ESTADÍSTICO

3.5.1 Significancia estadística

Nivel de significancia a 0.05 5% con un nivel de confianza del 0.95 o 95%.

3.5.1.1 Diseño de la investigación

La técnica de estudio viene a ser observacional o **sin intervención** por que el investigador no manipula las variables de estudio. El control de los sesgos de medición, es **Prospectivo**, porque se tomarán los datos de campo. La cantidad de mediciones sobre la variable de estudio será: **Transversal** se tomarán los registros sin la intervención del

tiempo ósea en un solo momento. Según el número de variables será **Analítico**, debido a que se realizará un análisis de los datos para verificar la hipótesis.

3.5.2 Método de investigación

Es método **cuantitativo** porque la hipótesis se fundamenta en cuantificaciones y análisis estadístico de los datos volumétricos recopilados.

3.5.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación que corresponde a **nivel explicativo** debido a que se realiza la comparación de dos variables de manera apareada

3.5.4 Análisis de datos

Los datos son muestras independientes con diferentes métodos de recolección de datos primero determinaremos la normalización para determinar el tipo de estadística a utilizar para lo cual obtendremos el valor de P con el software SPSS.

Tabla 8: Volúmenes Tomados al Azar Para el Estadístico.

Sección	Corte ET	Relleno ET	Corte Fot	Relleno Fot	Neto ET	Neto Fot	Diferencia
0+010.000	4.31	1.68	3.17	1.78	2.63	1.39	1.24
0+100.000	1.90	2.93	2.99	0.24	-1.03	2.75	-3.78
0+160.000	1.32	0.66	4.27	0.22	0.66	4.05	-3.39
0+300.000	7.07	0.98	7.13	0.53	6.09	6.60	-0.51
0+470.000	1.78	2.70	2.61	0.98	-0.92	1.63	-2.55
0+660.000	0.00	3.65	0.00	2.53	-3.65	-2.53	-1.12
0+840.000	0.52	4.43	0.00	5.13	-3.91	-5.13	1.22
1+030.000	2.97	1.04	2.21	0.75	1.93	1.46	0.47
1+260.000	0.16	4.36	0.16	2.56	-4.20	-2.40	-1.80
1+420.000	0.40	3.13	1.86	1.90	-2.73	-0.04	-2.69
1+580.000	10.01	2.48	9.31	1.23	7.53	8.08	-0.55
1+720.000	1.91	13.98	1.44	20.16	-12.07	-18.72	6.65
1+870.000	3.32	11.33	2.42	7.93	-8.01	-5.51	-2.50
1+980.000	0.27	6.73	1.23	4.33	-6.46	-3.10	-3.36

Nota. ET es Estación Tota y Fot es Fotogrametría Volúmenes en m3 reporte Civil 3D

Tabla 9: Resumen del Procesamiento de Casos

Descripción	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Neto_et	14	93.3%	1	6.7%	15	100.0%
Neto_fot	14	93.3%	1	6.7%	15	100.0%
Diferencia	14	93.3%	1	6.7%	15	100.0%

Nota. Los datos son obtenidos con SPSS para determinar la Estadística Inferencial.

Tabla 10: Datos Descriptivos de volúmenes Estación Total.

Descripción	Estadístico	Error típ.
Media	-1.7243	1.42665
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	
	-4.8064 1.3578	
Media recortada al 5%	-1.6637	
Mediana	-1.8800	
Varianza	28.495	
Desv. típ.	5.33803	
Mínimo	-12.07	
Máximo	7.53	
Rango	19.60	
Amplitud intercuartil	6.87	
Asimetría	-.047	.597
Curtosis	-.038	1.154

Nota. Volúmenes obtenidos del corredor con respecto a la superficie de levantamiento con estación total.

Tabla 11: Datos Descriptivos de Volúmenes Fotogrametría.

Descripción	Estadístico	Error típ.
Media	- .8193	1.75258
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-4.6055 2.9669
Media recortada al 5%		-.3192
Mediana		.6750
Varianza		43.002
Desv. típ.		6.55757
Mínimo		-18.72
Máximo		8.08
Rango		26.80
Amplitud intercuartil		6.68
Asimetría		-1.473
Curtosis		3.681

Nota. Volúmenes obtenidos del corredor con respeto a la superficie de levantamiento fotogramétrico.

Tabla 12: Datos Descriptivos Diferencia volumétricas

Descripción	Estadístico	Error típ.
Media	- .9050	.73424
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-2.4912 .6812
Media recortada al 5%		-1.1650
Mediana		-1.4600
Varianza		7.548
Desv. típ.		2.74729
Mínimo		-3.78
Máximo		6.65
Rango		10.43
Amplitud intercuartil		3.52
Asimetría		1.664
Curtosis		3.614

Nota. Es la diferencia de datos Volumétricos Estación Total menos datos de Fotogrametría.



Tabla 13: Prueba de Normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Neto_ET	.107	14	,200*	.987	14	.997
Neto_Fot	.166	14	,200*	.884	14	.067
Diferencia	.157	14	,200*	.848	14	.021

En la tabla 13 observamos la significancia para utilizar la estadística adecuada, escogemos test de Shapiro-Wilk porque son datos menores a 30

P-valor $P > 0.05$ aceptamos H_0 son datos de una distribución normal

P-valor $P < 0.05$ aceptamos H_1 no son datos de una distribución normal

Para ambos casos de datos Volumétricos de Estación Total y Fotogramétrico superan el valor de 0.05 entonces la hipótesis nula H_0 porque son datos de distribución normal, por lo cual utilizaremos la prueba PARAMÉTRICA utilizando la estadística T-student muestras pareadas

Figura 17: grafico volumen fotogrametría

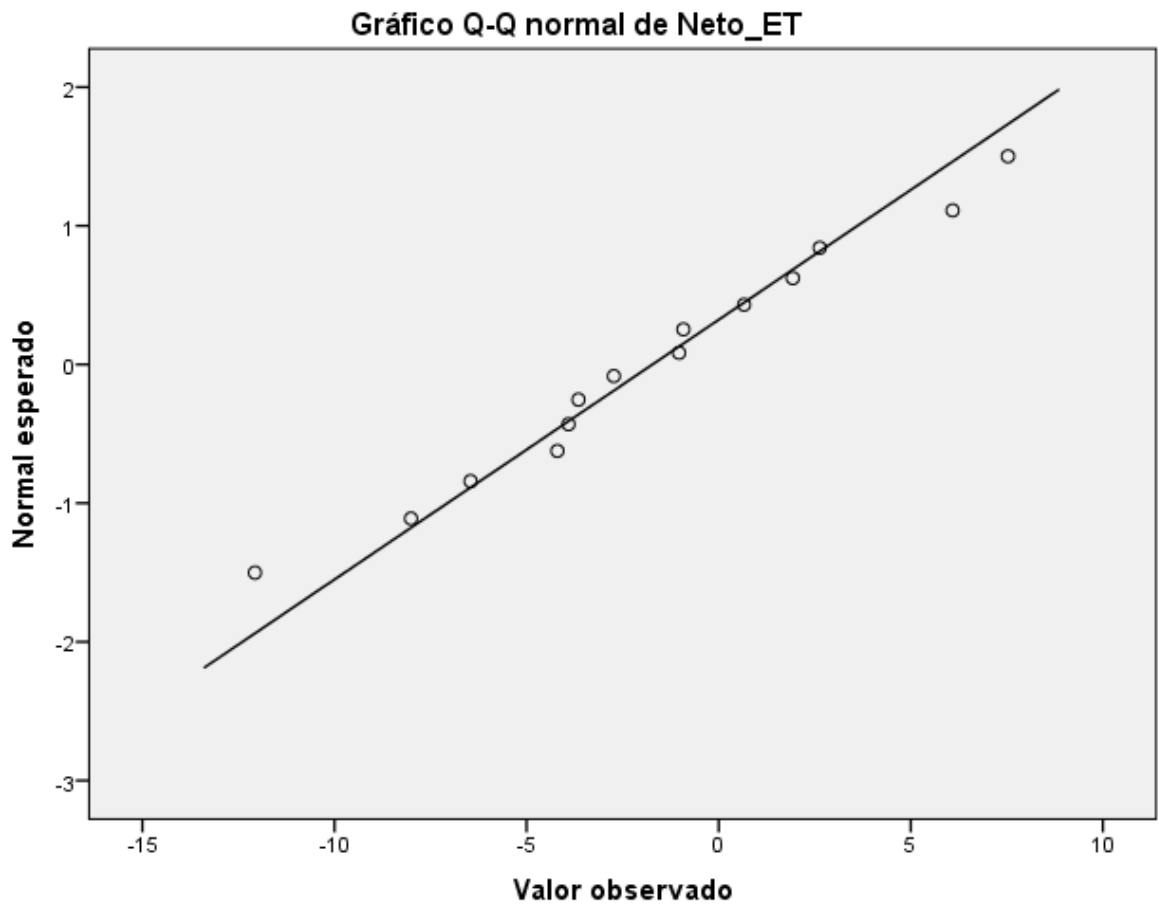


Figura 18: Histograma Volumen Estación Total

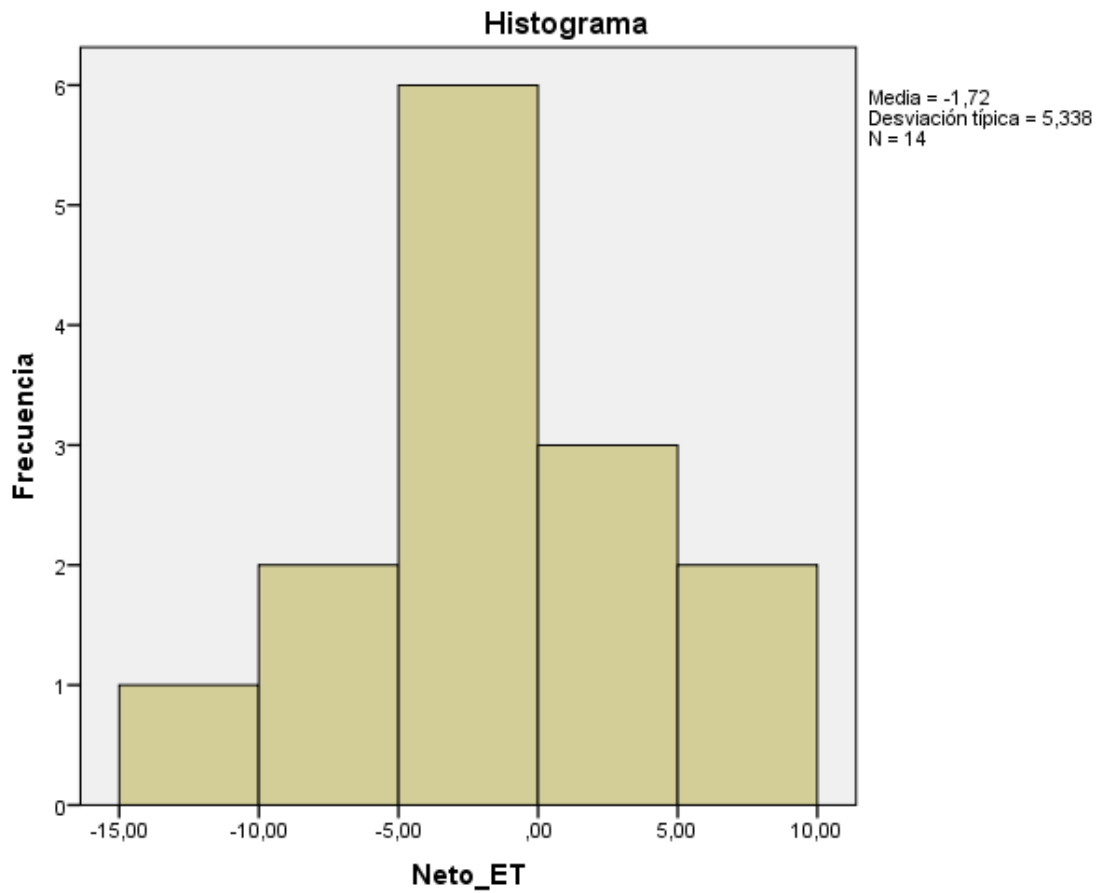


Figura 19: Grafico Volumen fotogrametría

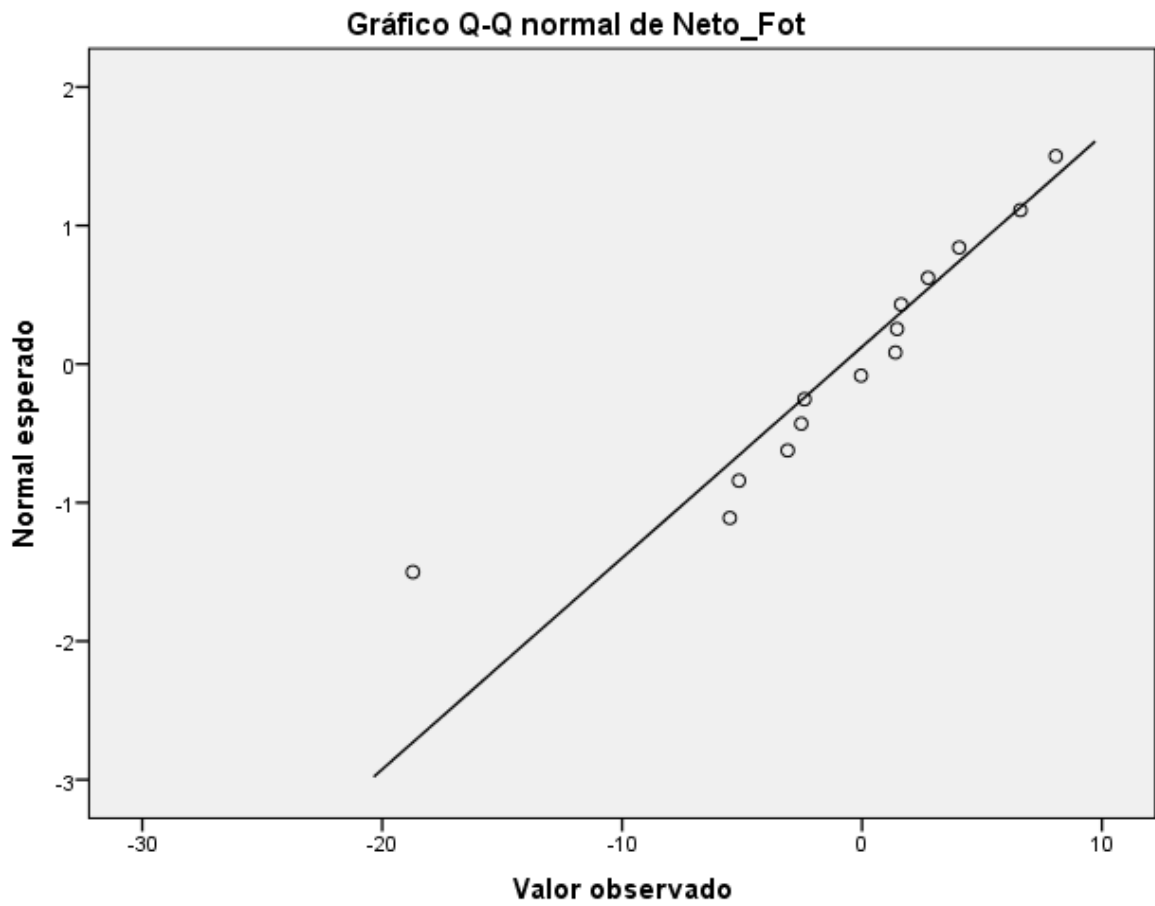
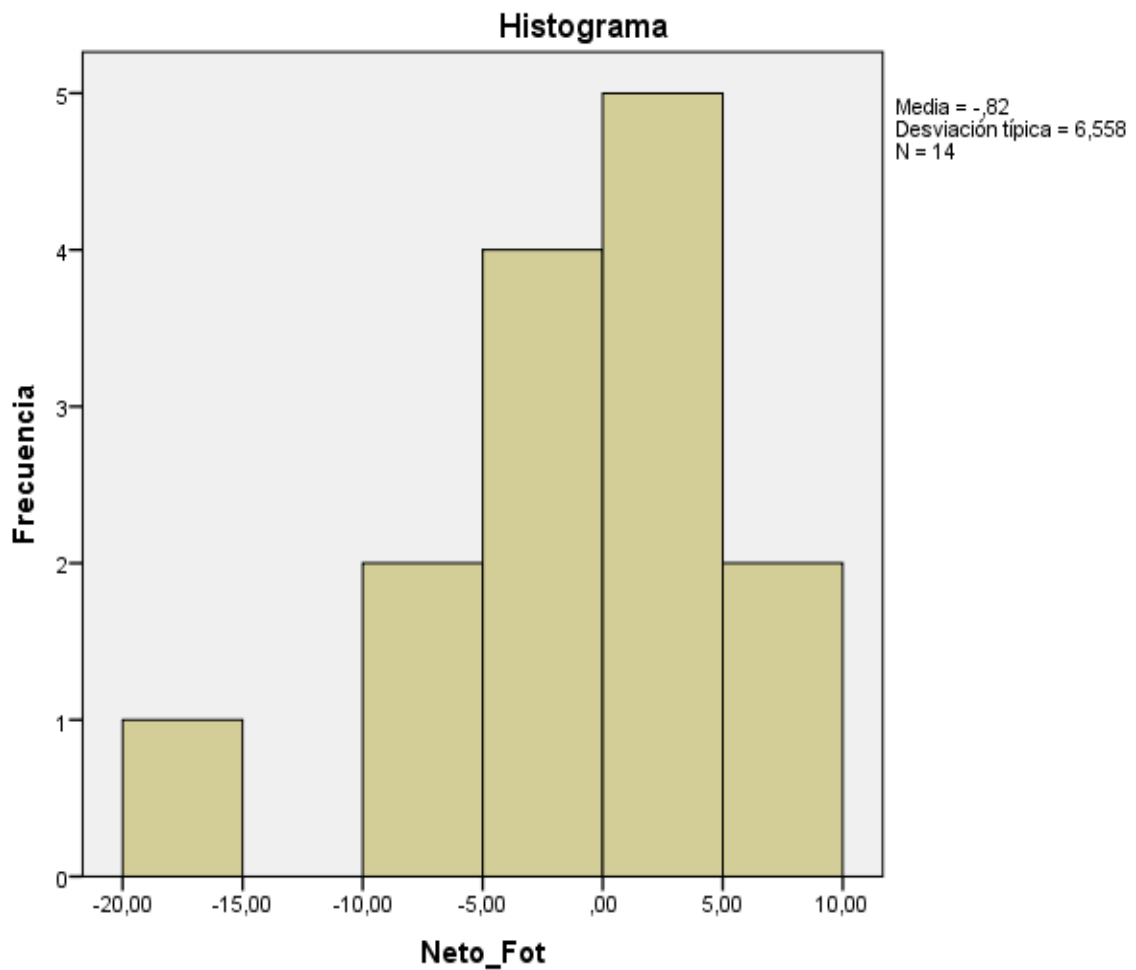


Figura 20: Histograma Volumen fotogrametría



3.5.4.1 Prueba de hipótesis

HIPÓTESIS NULA:

H_0 : No Existe diferencia significativa al Comparar el volumen de material de cantera con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020.

HIPÓTESIS ALTERNA:

H_a Existirá diferencia significativa al Comparar el volumen de material de cantera con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri Juli 2020

Hipótesis.

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_a: \alpha \neq 0$$

Realizamos la prueba de “t” para muestras relacionadas para la comparación de medias.

Tabla 14: Estadísticos de Muestras Relacionadas Estación Total y Fotogrametría

Descripción		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Neto_ET	-1.7243	14	5.33803	1.42665
	Neto_Fot	-.8193	14	6.55757	1.75258

Nota. Se muestra los datos estadísticos de corte y relleno de las secciones seleccionadas con estación total y fotogrametría.

Tabla 15: Correlaciones de Muestras Relacionadas de Volúmenes

Descripción		N	Correlación	Sig.
Par 1	Neto_ET y Neto_Fot	14	.913	.000

Nota. Se muestra los datos estadísticos de correlación de muestras relacionados con volúmenes.



Tabla 16: Prueba t de Muestras Relacionadas de los Volúmenes

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia Inferior Superior			
Par 1	Neto _ET - Neto _Fot	-0.9050	2.747	.73424	-2.491 .681	-1.233	13	.24

De la tabla.

$$\alpha = 0.05 < P; P = 0.240 \text{ para relacion de corte}$$

Por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, si existe diferencia significativa.

3.5.5 Variables

Variables independientes, equipos topográficos Estación Total y Drone

Variable dependiente, Volumen de material en m³

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Se comparó el volumen de las secciones tomadas al azar aceptando la hipótesis alterna existe diferencia significativa.

Tabla 17: Cuadro Comparativo de Volumen en m³

Sección	Corte _ET (m ³)	Relleno o_ET (m ³)	Corte _Fot (m ³)	Relleno _Fot (m ³)	Dif_ Corte (m ³)	Dif_ Relleno (m ³)	Neto_ ET (m ³)	Neto_ Fot (m ³)	Dif (m ³)
0+010	4.31	1.68	3.17	1.78	1.14	-0.10	2.63	1.39	1.24
0+100	1.90	2.93	2.99	0.24	-1.09	2.69	-1.03	2.75	-3.78
0+160	1.32	0.66	4.27	0.22	-2.95	0.44	0.66	4.05	-3.39
0+300	7.07	0.98	7.13	0.53	-0.06	0.45	6.09	6.60	-0.51
0+470	1.78	2.70	2.61	0.98	-0.83	1.72	-0.92	1.63	-2.55
0+660	0.00	3.65	0.00	2.53	0.00	1.12	-3.65	-2.53	-1.12
0+840	0.52	4.43	0.00	5.13	0.52	-0.70	-3.91	-5.13	1.22
1+030	2.97	1.04	2.21	0.75	0.76	0.29	1.93	1.46	0.47
1+260	0.16	4.36	0.16	2.56	0.00	1.80	-4.20	-2.40	-1.80
1+420	0.40	3.13	1.86	1.90	-1.46	1.23	-2.73	-0.04	-2.69
1+580	10.01	2.48	9.31	1.23	0.70	1.25	7.53	8.08	-0.55
1+720	1.91	13.98	1.44	20.16	0.47	-6.18	-12.07	-18.72	6.65
1+870	3.32	11.33	2.42	7.93	0.90	3.40	-8.01	-5.51	-2.50
1+980	0.27	6.73	1.23	4.33	-0.96	2.40	-6.46	-3.10	-3.36
Media	2.57	4.29	2.77	3.59	-0.20	0.70	-1.72	-0.82	-0.91
Suma	35.94	60.08	38.80	50.27	-2.86	9.81	-24.14	-11.47	-12.67

Nota. La comparación se realizó de las secciones tomadas al azar.

De la tabla se observa que la media de la comparación de volúmenes netos es de -0.91m³ significa que hay relleno en exceso en la comparación y el relleno con estación total excede en 12.67m³

4.2 OBJETIVO ESPECIFICO

4.2.1 Objetivo 1

Se determinó el volumen de materia de corte y relleno con estación total y con vuelo fotogramétrico.

Tabla 18: Volúmenes de corte y relleno

Sección	Corte_ET (m3)	Relleno_ET (m3)	Corte_Fot (m3)	Relleno_Fot (m3)
0+010	4.31	1.68	3.17	1.78
0+100	1.90	2.93	2.99	0.24
0+160	1.32	0.66	4.27	0.22
0+300	7.07	0.98	7.13	0.53
0+470	1.78	2.70	2.61	0.98
0+660	0.00	3.65	0.00	2.53
0+840	0.52	4.43	0.00	5.13
1+030	2.97	1.04	2.21	0.75
1+260	0.16	4.36	0.16	2.56
1+420	0.40	3.13	1.86	1.90
1+580	10.01	2.48	9.31	1.23
1+720	1.91	13.98	1.44	20.16
1+870	3.32	11.33	2.42	7.93
1+980	0.27	6.73	1.23	4.33
Media	2.57	4.29	2.77	3.59
Suma	35.94	60.08	38.80	50.27

4.2.2 Objetivo 2

El cálculo se efectúa realizando las diferencias volumétricas en cada sección en corte y relleno para estación total y fotogrametría siendo la media 2.57m³ con respecto a 2.77m³ en corte y 4.29m³ a 3.59m³ en relleno

Tabla 19: Diferencia de Volumen con Estación Total y Drone

Sección	Corte_ET (m3)	Relleno_E T (m3)	Corte_Fo t (m3)	Relleno_Fo t (m3)	Dif_ Corte (m3)	Dif_ Relleno (m3)
0+010	4.31	1.68	3.17	1.78	1.14	-0.10
0+100	1.90	2.93	2.99	0.24	-1.09	2.69
0+160	1.32	0.66	4.27	0.22	-2.95	0.44
0+300	7.07	0.98	7.13	0.53	-0.06	0.45
0+470	1.78	2.70	2.61	0.98	-0.83	1.72
0+660	0.00	3.65	0.00	2.53	0.00	1.12
0+840	0.52	4.43	0.00	5.13	0.52	-0.70
1+030	2.97	1.04	2.21	0.75	0.76	0.29
1+260	0.16	4.36	0.16	2.56	0.00	1.80
1+420	0.40	3.13	1.86	1.90	-1.46	1.23
1+580	10.01	2.48	9.31	1.23	0.70	1.25
1+720	1.91	13.98	1.44	20.16	0.47	-6.18
1+870	3.32	11.33	2.42	7.93	0.90	3.40
1+980	0.27	6.73	1.23	4.33	-0.96	2.40



Sección	Corte_ET (m3)	Relleno_E T (m3)	Corte_Fo t (m3)	Relleno_Fo t (m3)	Dif_ Corte (m3)	Dif_ Relleno (m3)
Media	2.57	4.29	2.77	3.59	-0.20	0.70
Suma	35.94	60.08	38.80	50.27	-2.86	9.81

4.2.3 Objetivo 3

De la estadística se obtiene la correlación muy buena según la escala de 0-1 se tiene 0.913 que demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 20: Coeficiente de Correlación

Descripción	N	Correlación	Sig.
Par 1	Neto_ET y Neto_Fot 14	.913	.000

Las desviaciones estándar de Estación total es 1.42665 y drone es 1.75258 los cuales podemos afirmar que son similares obteniendo una correlación de 0.913. Al aceptar la hipótesis alterna.

Grados de libertad 13

Nivel de confianza al 95% $t_{\frac{\alpha}{2}(N-r)}^{critico} = 2.16$ ó también se puede denominar nivel de significancia 5%.

$t_{\frac{\alpha}{2}(N-r)}^{critico} = 2.16 < t = -1.233$ Entonces cae en la región de rechazo se acepta la hipótesis alterna con lo cual podemos afirmar que existe diferencia significativa en los volúmenes comparados con los equipos topográficos estación total y drone.



V. CONCLUSIONES

Objetivo general.

En esta tesis se comparó el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri, los volúmenes netos se tiene un valor de -0.91m^3 significa que hay relleno en exceso en la comparación neta de volúmenes y el relleno con estación total excede en 12.67m^3 al levantamiento fotogramétrico con drone

Objetivo específico 1

En esta tesis se determinó el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri, donde los volúmenes medios y totales obtenidos 2.57m^3 de estación total frente 2.77m^3 Drone en cortes y 4.29m^3 estación total frente a 3.59m^3 drone en rellenos

Objetivo específico 2

En esta tesis se determinó las diferencias en el volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri, siendo los volúmenes medios de estación total frente a drone es -0.20m^3 en corte y 0.70m^3 en relleno respectivamente.

Objetivo específico 3

En esta tesis se analizó la diferencia entre volumen de material con Estación Total y Drone en la carretera desvío Cutini al Centro Poblado de Casimuyo Huallatiri, obteniendo las desviaciones estándar de Estación total es 1.42665 y drone es 1.75258 y esta comparación tiene un coeficiente correlación de 0.913 está siendo buena de la escala



0 a, se aceptó la hipótesis alterna con 13 grados de libertad de la prueba estadística de t-
student ($t_{\frac{\alpha}{2}(N-r)}^{critico} = 2.16 < t = -1.233$)



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda asignar estratégicamente los puntos de verificación horizontal y vertical y detallar con más puntos de relleno para el levantamiento topográfico con estación total.

SEGUNDA: Realizar seccionamiento a menor distancia en curvas verticales o cambios de pendiente en rellenos o bordes de la carretera.

TERCERA: Seccionar sobre la sección de puntos levantados en campo para tener una sección más real para el método comparativo.

CUARTA: Para el análisis de datos se recomienda tener el levantamiento topográfico de alto detalle con estación total y comparar los puntos de control o puntos de test los puntos tomados con estación total.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala Ayala, J. C. (2017). *Fotogrametría Aérea con Unidad Autónoma de Vuelo (UAV) Como Herramienta de Monitoreo Ambiental de Depósitos de Relaves*. Universidad Maciona San Agustín de Arequipa-Peru.
- Berné Valero, J. L., Anquela Julián, A. B., & Garrido Villén, N. (2014). GNSS GPS: fundamentos y aplicaciones en Geomática. In *Duke Law Journal* (Vol. 1, Issue 1).
- Berné Valero, J. L., Garrido Villén, N., & Capilla Romá, R. (2019). *GNSS: GPS, GLONASS, BEIDOU Fundamentos y métodos de posicionamiento*.
- Claros Zelaya, R. A., Guevara Aguilar, A. E., & Pacas Cruz, N. R. (2016). *Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados*. Universidad el Salvador.
- Cruz Chique, A. W., & Rugguieri Ramos, C. R. (2019). Precisión de una Aeronave no Tripulada de Ala Fija en un Levantamiento Catastral Rural a Diferentes Alturas de Vuelo en Contraste con G.P.S. Diferencial en Modo RTK. In *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano - Peru.
- Denis Ávila, D., & Cruz Flores, D. D. (2021). Sobre los Sistemas Satelitales de Navegación Global: guía básica para ecólogos. *Acta Botánica Cubana*, 220.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018*.
- Galvez Vasquez, C. O. (2021). *Análisis Comparativo Entre Los Resultados De Mediciones Terreno Tipo Urbano Mediante Un Levantamiento Fotogramétrico Y Levantamiento Convencional Con Estación*. 39. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15069>
- Gebre-Egziabher, D., & Gleason, S. (2009). *GNSS Applications and Methods*. Artech House. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_56
- Google Earth Pro. (2022). *Google Earth*.
- Guevara - Martínez, F. (2015). Análisis Y Ejecución De Movimiento De Tierras En Una Obra Empleando El Diagrama De Curva Masa. In *FACULTAD DE INGENIERÍA*



- Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial* (Vol. 0, Issue 0).
- Guzmán Zabala, J. F., Paternina, J. M., & Rodríguez Cárdenas, J. A. (2018). Estudio comparativo de Aplicaciones Móviles (APP), en el error de medición con Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPA). *Ciencia y Poder Aéreo*, 13(2), 78–88. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.603>
- Huera Paredes, J. V. (2017). *Sistema Aéreo de Drones para Mejorar el Levantamiento Topográfico de los Predios de la Ciudad de Tulcán* (Vol. 93, Issue I). Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDÉS - Ecuador.
- Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile. (2018). *Geodesia en Chile, Teoría y Aplicación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)*.
- Instituto Geográfico Nacional del Perú. (2015). *Norma Técnica Geodésica: Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global*.
- Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). *Geodesy Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41245-5>
- Mamani, Morales, H., & Platero, Lerma, K. (2021). “Precisión en el cálculo de volúmenes utilizando vehículos aéreos no tripulados de ala fija y de ala rotatoria en contrastación con estación total, en el distrito de Calapuja provincia de Lampa.”
- Mamani Martínez, H. A. (2017). *Análisis y diseño de un sistema de control para la estabilidad de vuelo de un dron cuadrimotor aplicado a la topografía*.
- Mendoza, D. J. (2020). *Topografía y Geodesia*.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Oñante de Mora, M. (2015). Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. In *Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil* (pp. 77–94).
- Pavlis, N. K., Holmes, S. A., Kenyon, S. C., & Factor, J. K. (2012). The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117(4), 1–38.



<https://doi.org/10.1029/2011JB008916>

- Pix4D SA. (2022). *Ajuste el plan de vuelo y los parámetros de su dron.*
- Prado Amaya, G. N. (2019). *Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales en el Perú, año-2019.*
- Quirós Rosado, E. (2014). Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil. In *Universidad de Extremadura.*
- Rejado Cuerno, C. (2015). Los Drones y sus Aplicaciones a la Ingeniería Civil. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Gráficas A, Vol. 53, Issue 9).
- Sánchez Martínez, C. E. (2022). *Carlo Eduardo Sánchez Martínez.*
- Sanchez Vargas, I. J. (2017). *Determinar el Grado de Confiabilidad del Levantamiento Topográfico con Dron en la Plaza San Luis-2017.* Universidad César Vallejo-Perú.
- Santamaría Peña, J., & Sanz Méndez, T. (2011). Fundamentos De Fotogrametria. In *Universidad de la Rioja.* https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_56
- Sevilla de Lerma, M. J. (2012). *Historias de Matemáticas Introducción Histórica a la Geodesia* (p. 63).
- Trimble Inc. (2022). *Sistemas GNSS.*
- Vasquez Castañeda, A. (2022). “ ‘UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA’ UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA” *Contenido Contenido.*
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2016). *Topografía* (Alfaomega (ed.); 14th ed.).



ANEXOS



INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L.

Topografía total

SERVICIOS-VENTA-CALIBRACION-REPARACION

- SERVICIOS TOPOGRAFICOS
- CARRETERAS - CANALES
- TUBERIAS - MONTAJE
- REPRESAS - FUENTES - LINEAS
- MINERIA SUPERFICIAL
- MINERIA SUBTERRANEA
- PUNTOS GEODESICOS (Bolt static)



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD CERTIFICATE OF OPERATION

Mant. General
Reparación
Operatividad
Garantía
Nuevo

DATOS DEL EQUIPO

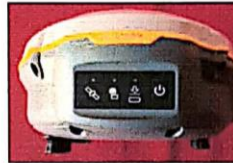
DATOS DEL CLIENTE

Equipo : RECEPTOR GNSS	Persona Natural o Jurídica : ILE-MER E.I.R.L.
Fabricante : TRIMBLE	
Modelo : R8S	Dirección : JR. LEONCIO PRADO NRO. 130B SANTA ROSA (A 2 CDRS Y MEDIA DEL IEP SANTA ROSA) PUNO - PUNO - PUNO
N° Serie : 5830R00065	RUC / DNI : 20600872240

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro : 139-03/2021
Fecha : 03/04/2021

Imagen de Receptor



INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L. :

Certifica que el equipo topografico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estandares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo real los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.



PRESICIÓN LEVANTAMIENTO GPS Post Proceso (Estatic & Fast Estatic) Y Cinematico Tiempo Real (RTK)

HORIZONTAL	±5 mm + 0.5 ppm RMS
VERTICAL	±5 mm + 1 ppm RMS

HORIZONTAL	10 mm + 1 ppm RMS
VERTICAL	20 mm + 1 ppm RMS

FECHA DE MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Prueba de Operatividad	Fecha de Vencimiento	Observación
03/04/2021	x	x	03/09/2022	% 100 OPERATIVO

Responsable Técnico J. YOVANI FLORES TEVES	GERENTE GENERAL INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L.
	

ORD. N° 139-04/21

JR. GAMALIEL CHURATA N° 351 - PUNO - PERU

RPC 942352221 - Jasmanteves@ingenieroscoipsa.pe

Escaneado con CamScanner





INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L.

Topografía total

SERVICIOS-VENTA-CALIBRACION-REPARACION

- SERVICIOS TOPOGRÁFICOS
- CARRETERAS - CANALES
- TUBERIAS - MONTAJE
- REPRESAS - FUENTES - LINEAS
- MINERIA SUPERFICIAL
- MINERIA SUBTERRANEA
- PUNTOS GEODÉSICOS (fast static)



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

CERTIFICATE OF OPERATION

- Mant. General

Reparación

Operatividad

Garantía

Nuevo

DATOS DEL EQUIPO

DATOS DEL CLIENTE

Equipo : RECEPTOR GNSS	Persona Natural o Jurídica :	ILE-MER E.I.R.L.
Fabricante : TRIMBLE	Dirección :	JR. LEONCIO PRADO NRO. 130B SANTA ROSA (A 2 CDRS Y MEDIA DEL IEP SANTA ROSA) PUNO - PUNO - PUNO
Modelo : R8S	RUC / DNI :	20600872240
N° Serie : 5830R00062		

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro : 140-03/2021
Fecha : 03/04/2021

Imagen de Receptor



INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L. :

Certifica que el equipo topografico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estandares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo real los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.


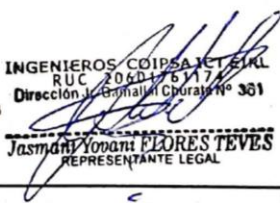
PRESICIÓN LEVANTAMIENTO GPS Post Proceso (Estatic & Fast Estatic) Y Cinematico Tiempo Real (RTK)

HORIZONTAL	±5 mm + 0.5 ppm RMS
VERTICAL	±5 mm + 1 ppm RMS

HORIZONTAL	10 mm + 1 ppm RMS
VERTICAL	20 mm + 1 ppm RMS

FECHA DE MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Prueba de Operatividad	Fecha de Vencimiento	Observación
03/04/2021	x	x	03/09/2022	% 100 OPERATIVO

Responsable Técnico J. YOVANI FLORES TEVES	GERENTE GENERAL INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L.
	 J. Yovani FLORES TEVES REPRESENTANTE LEGAL

ORD. N° 140-04/21



0014811-2021 NIV

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CERTIFICATE OF CALIBRATION

OTORGADO A: WILBER MAMANI COARI
RUC: 10730215059

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	Marca	Modelo	Serie
NIVEL ELECTRONICO	LEICA	SPRINTER 250M	2211065

EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO Y RESULTADOS:

Equipo/Marca	Valor de Patrón	Valor de Patrón	Precisión En 1km Doble de Nivelación	Error al Corregir
Multi Collimators F420-3	90°00'00"	90°00'00"	+/- 0.5 mm	0.05 en milímetros

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

Por medio del cierre angular en directa y en tránsito enfocado al infinito a través del Colimador.

INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L. A través de su servicio de técnico **CERTIFICA** que el equipo en mención se encuentra totalmente revisado, controlado, calibrado y 100% operativo; Cumpliendo con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales establecidos.

INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L. Ha registrado la Calibración en nuestro Servicio Técnico el 01 de **NOVIEMBRE** del 2021; sugiriéndose una recalibración en un periodo de 06 meses, aproximadamente el 01 de **MAYO** del 2022.



Fecha de Emisión 01 de Noviembre del 2021	Próxima Calibración 01 de Mayo del 2022	Validez del Certificado 01 de Mayo del 2022
---	---	---

Técnico Calificado:

Atte
Jasmani Yovani Flores Teves
Gerente Operaciones - Representante Legal
INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L.

INGENIEROS COIPSA ICT E.I.R.L.
RUC 20601761174
Dirección: Jr. Gamaliel Churata N° 351

Jasmani Yovani FLORES TEVES
REPRESENTANTE LEGAL

JR. GAMALIEL CHURATA N° 351 - PUNO - PERU

RPC 942352221 - Jasmaniteves@ingenieroscoipsa.pe

Escaneado con CamScanner



00138-10-2021 EST

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CERTIFICATE OF CALIBRATION

OTORGADO A: JUAN CARLOS SERRUTO FLORES

DNI: 45356159

DIRECCIÓN: JR. PICHACANI NRO. 260 – CIUDAD DE PUNO

ESTACIÓN TOTAL	TRIMBLE	M3 2"	X13-12055
Equipo	Marca	Modelo	Serie

VALOR DE PATRÓN DE MEDICIÓN			VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO			
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	LIMBO	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
180°	00'	00"	HORIZONTAL	180°	00'	2"
90°	00'	00"	VERTICAL	89°	59'	58"

VALOR A CORREGIR				VALOR CORREGIDO - RANGO DE TOLERANCIA			
LIMBO	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS		GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
HORIZONTAL	00°	00'	02"	+	00°	00'	00"
VERTICAL	00°	00'	02"	+	00°	00'	00"

LIMBO	HORIZONTAL	VERTICAL
INCERTIDUMBRE	+/- 02"	+/- 02"
ERROR	00 "	00 "

SISTEMA DE MEDICIÓN DE DISTANCIA

PATRÓN DE MEDICIÓN	15.000 mts.	30.000 mts.	60.000 mts.	90.000 mts.	209.000 mts.
VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO	15.000	30.000	60.000	90.000	209.000
ERROR AL CORREGIR	00 mm	00 mm	00 mm	00 mm	00 mm

PRECISIÓN DEL INSTRUMENTO:

- Sistema Angular según normas DIN 18723 la precisión es de 5", lectura mínima en Display 1" ó 2".
- Sistema de Medición de Distancia +/- (2mm+2ppm XD) m.s.e.

PATRÓN UTILIZADO:

Colimador Modelo **MUTI-COLLIMATORS MODELO F420-3** Siendo controlado periódicamente con un teodolito de precisión de segundo recomendado por esta entidad, con el método de lecturas directo inverso y enfocados los retículos de referencia al infinito garantizando el ajuste en +/- 0.5".

INGENIEROS COIPSA ICT EIRL Mediante su laboratorio de Servicio Técnico certifica que el equipo en mención se encuentra totalmente revisado, controlado, calibrado y 100% operativo: se sugiere efectuar la siguiente calibración en un periodo máximo de 06 meses, se estima que sea el **15 de Abril del 2022**. Se expide el presente certificado de calibración, para los fines que estime conveniente.

Técnico Calificado:

INGENIEROS COIPSA ICT EIRL
RUC 274727131
Dirección: Pichacani Churata N° 351

Jasman Yodanis FLORES TEVES
REPRESENTANTE LEGAL

Puno, 15 de Octubre del 2021.





GEO TOP AQP

la casa del ing. topógrafo

SERVICIOS-VENTA-CALIBRACION-REPARACION

- SERVICIOS TOPOGRAFICOS
- CARRETERAS- CANALES
- TUBERIAS- MONTAJE
- REPRESAS- FUENTES- LINEAS
- MINERIA SUPERFICIAL
- MINERIA SUBTERRANEA
- PUNTOS GEODESICOS (Ibst 9986)



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD
CERTIFICATE OF OPERATION

Mant. General

Reparación

Operatividad

Garantía

Nuevo

DATOS DEL EQUIPO

DATOS DEL CLIENTE

Equipo : RPA (DRONE)	Persona Natural o Jurídica : JASMANI YOVANI FLORES TEVES
Fabricante : DJI	
Modelo : PHANTOM 4 PRO	Dirección : JR. GAMALIEL CHURATA N° 351 - PUNO
N° Serie : OHACECMOA20152	RUC / DNI : 1045746910

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro : 202-02/2021
Fecha : 01/02/2021

Imagen del RPA :



GEOTOP AQP S.A.C.

Certifica que el equipo Fotogramétrico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.



En las pruebas efectuadas en Tiempo real los equipos, Dji Actualiza periódicamente versiones de Firmware y Software, estos se encuentran actualizados y dentro de las tolerancias del fabricante, con las siguientes características:

ESPECIFICACIONES PRINCIPALES - PHANTOM 4 PRO

- Sensor CMOS de 1" pulgada
- Grabación de video H.264 4K a 60 fps o H.265 4K a 30 fps a una velocidad de bits de 100 Mbps
- Grabación de fotografías en rafaga de 14 fps.
- Gimbal de 3 ejes. **Inclinación** de -90 to +30° y **Paneo** de -30 to +30°
- Grabación con modo Draw para seguir una ruta prefijada a la misma altura y concentrarse en la grabación o filmación de imágenes. Opción Modo Forward y Modo Free disponibles.
- Evita obstaculos por delante entre 0.7 a 15 metros.
- Máxima distancia operativa de 7 Km
- Dispone de vuelo inteligente en modos Draw, ActiveTrack, TapFly, regreso al punto de origen y Modo Gesture
- Hasta 72 Km/h de velocidad punta.

FECHA DE INTERVENCIÓN

Fecha	Actualización	Prueba de Operatividad	Fecha de Vencimiento	Observación
01/02/2021	x	x	01/02/2022	% 100 OPERATIVO

Responsable Técnico J. PIO VITORINO ANDRADE	GERENTE GENERAL GEOTOP AQP S.A.C.
	 Ing. J. Pio Vitorino Andrade GERENTE SERV. TECNICO

ORD. N° 202-02/2020

Calle Paucarpata N° 397 Cercado Arequipa Telf: 054-232410 RPC: 997956688 MOV. 95997621 RPM #264460 RPC: 959918325
geotopaqp@hotmail.com www.geotopaqp.com