

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA
DE PRECISIÓN Y TIEMPO ENTRE LA ESTACIÓN
TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS
DE ÁREAS DE GRAN EXTENSIÓN”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jorge Jimmy Manrique Moreno

Asesor:

MBA Ing. José Luis Neyra Torres

<https://orcid.org/0000-0002-6470-2998>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ
	Nombre y Apellidos

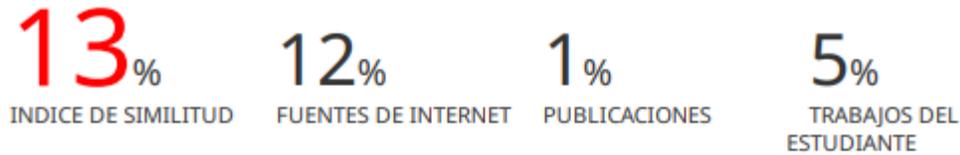
Jurado 2	NEICER CAMPOS VASQUEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	JOSE LUIS NEYRA TORRES
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

TESIS_JORGE JIMMY MANRIQUE MORENO-VF

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
4	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Católica del CIBAO Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mi madre Leana Moreno, quien me dio la vida y educado con los mejores consejos de vida, a mi Hija Ana lucia Manrique, que siempre está ahí incondicionalmente para apoyarme en todo momento de mi vida, tanto moral y sentimentalmente, a mi Nieta Laia que dejaré un ejemplo de mi sacrificio en el desarrollo de esta tesis, como futuro Ingeniero civil.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los Ingenieros de la Universidad Privada del norte, el cual me han dado sus mejores conocimientos académicos y profesionales a lo largo de mi sacrificada carrera de Ingeniería civil para ser un gran profesional de ética en el desarrollo del país y cumplir con los estándares de calidad con actitud de liderazgo y ética.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS	33
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS	58
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM del lugar de estudio.....	28
Tabla 2 Equipos topográficos utilizados	33
Tabla 3 Coordenadas Puntos geodésicos utilizados.....	33
Tabla 4 Coordenadas topográficas Poligonal de apoyo.....	34
Tabla 5 Cuadro resumen diferencia de errores de cierre entre ambos equipos.....	35
Tabla 6 Errores Horizontales	36
Tabla 7 Errores verticales	37
Tabla 8 Tabla descriptiva: Costo Directo Levantamiento topográfico Estación	38
Tabla 9 Tabla descriptiva: Costo Directo Levantamiento topográfico GPS Diferencial	39
Tabla 10 Tabla descriptiva: Análisis Costo-tiempo-precisión, Estación total y GPS Diferencial.....	40
Tabla 11 Estadísticos descriptivos de las variables en análisis	46
Tabla 12 Pruebas de normalidad.....	47
Tabla 13 Comparación de precisión entre Estación Total y GPS Diferencial.	49
Tabla 14 Muestras relacionadas en optimización y tiempo entre Estación Total y GPS Diferencial. ...	50
Tabla 15 Muestras relacionadas con el costo en soles entre equipos de estación total y GPS diferencial	51
Tabla 16 Correlaciones de muestras relacionadas	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de un levantamiento topográfico usando GPS en modo RTK	17
Figura 2 Esquema de un levantamiento topográfico usando Estación Total	17
Figura 3 Estación total Leica TS10 Ficha técnica (Ver Anexo 8)	18
Figura 4 GPS Diferencial Leica GS18 Ficha técnica (Ver Anexo 9)	19
Figura 5 Formula Teorema de Pitágoras.....	20
Figura 6 Gráfico de Comparación.....	24
Figura 7 Precisión Horizontal entre Estación Total y GPS Diferencial.....	36
Figura 8 Precisión Vertical entre Estación Total y GPS Diferencial	37
Figura 9 Gráfico Precisión, Tiempo y Costo de estación Total y GPS Diferencial.....	40
Figura 10 Gráfico Precisión Horizontal: Estación Total y GPS Diferencial	41
Figura 11 Gráfico Análisis Tiempo: Estación Total y GPS Diferencial	42
Figura 12 Gráfico Análisis Costo: Estación Total y GPS Diferencial.....	43
Figura 13 Perímetro del sector de la investigación.	92
Figura 14 Instalación Estación Total.....	92
Figura 15 Configuración Estación Total.....	93
Figura 16 Inicio Levantamiento Estación Total.....	93
Figura 17 Área Levantamiento	94
Figura 18 Registro Información Estación Total	94
Figura 19 Instalación de Base GPS.....	95
Figura 20 Inicialización Base Geodésica.....	95
Figura 21 Inicio Levantamiento con GPS Diferencial con Rover	96
Figura 22 Colectora GPS Diferencial.....	96
Figura 23 Nivelación de BMs.....	97
Figura 24 Nivelación geométrica	97

RESUMEN

La presente tesis titulada “Análisis correlacional en la influencia de precisión y tiempo entre la estación total y GPS diferencial, en levantamientos de áreas de gran extensión“, dicho análisis se realizó en una zona geográfica particular ubicado en la región sur del Perú.

Se estableció como objetivo principal determinar en qué medida se diferencian el método con GPS y el método con Estación Total en levantamientos de áreas de gran extensión en precisión y tiempo.

Para el levantamiento topográfico se utilizó una Estación Total Marca Leica Flexline Modelo TS10 1” PLUS, y para el levantamiento topográfico con GPS diferencial, se utilizó Marca Leica Modelo GS18, estos equipos fueron instalados previo al levantamiento en un área extensa el cual, se realizó la toma de 34 puntos de poligonal de apoyo, y 4 Puntos geodésicos, todos estos fueron verificados tanto en campo como en el postproceso contrastando con la información de la Red geodésica nacional, el cual pertenecen al IGN (Instituto Geográfico Nacional), cumpliendo con los parámetros según la Norma Técnica (V1.0, 2016, pág. 61).

La investigación realizada es de naturaleza aplicada, con un diseño experimental, de carácter transversal, y un nivel descriptivo-explicativo con un enfoque cuantitativo. La muestra consistió en levantamientos topográficos de un terreno de gran extensión, utilizando equipos de última tecnología para garantizar resultados óptimos en términos de precisión y tiempo. Se realizaron comparaciones georreferenciadas, cuya información se registró en la Ficha de Observación. Además, se compararon ambos equipos en términos de precisión, tiempo de trabajo y diferencias en los costos de operación, lo que condujo a la realización de todas las actividades de campo y de gabinete.

Como resultado, se obtuvo cuál es el equipo con mejor; precisión en tiempo y costos.

PALABRAS CLAVES: Levantamiento topográfico, Estación total, GPS diferencial.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Correlational analysis in the influence of precision and time between the total station and differential GPS, in surveys of large areas", this analysis was conducted in a particular geographical area located in the southern region of Peru.

The main objective was to determine the extent to which the GPS method and the Total Station method differ in surveys of large areas in terms of accuracy and time.

For the topographic survey, a Leica Flexline Model TS10 1" PLUS Total Station was used, and for the topographic survey with differential GPS, Leica Model GS18 was used, these equipment were installed prior to the survey in a large area in which, 34 support traverse points and 4 geodetic points were taken, all these were verified both in the field and in the post-process contrasting with the information of the National Geodetic Network, which belongs to the IGN (National Geographic Institute), complying with the parameters according to the Technical Standard (V1.0, 2016, p. 61).

The research carried out is of an applied nature, with an experimental design, of a cross-sectional nature, and a descriptive-explanatory level with a quantitative approach. The sample consisted of topographic surveys of a large area of land, using state-of-the-art equipment to ensure optimal results in terms of accuracy and time. Georeferenced comparisons were made, the information of which was recorded in the Observation Sheet. In addition, both pieces of equipment were compared in terms of accuracy, working time, and differences in operating costs, which led to the completion of all field and cabinet activities.

As a result, it was obtained which is the team with the best, Time, and cost accuracy.

KEYWORDS: Uprising topographic Total Station, GPS deferential.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

En el pasado, la topografía tradicional y sus métodos convencionales presentaban limitaciones mínimas, haciendo que la recolección de mediciones en el área de estudio fuera inaccesible. Uno de los instrumentos de medición utilizados era el teodolito mecánico, cuyo uso estaba restringido debido a las condiciones estacionales y la ubicación geográfica.

Con el progreso tecnológico en la topografía, emergió la Estación Total, un dispositivo que posibilita la realización de mediciones de manera automatizada. Equipada con una memoria para la recolección de datos y un láser integrado, este instrumento permite obtener mediciones en cuestión de segundos y desplegar la información en coordenadas Norte, Este y de elevación, así como datos de ángulos y distancias.

Actualmente, en el plano internacional, la tecnología con equipos topográficos ha revolucionado con la toma de información de una manera más confiable en representar la forma de la curvatura terrestre representada en un plano, como el Dron con sistema LIDAR, como también Estaciones totales Robóticas de alta precisión y GPS diferenciales en modo Estático y RTK.

La Topografía puede considerarse como una disciplina que tiene como objetivo la medición y procesamiento de datos, como ángulos, distancias y tiempos, orientados a la cuantificación y representación de la superficie de la Tierra. De esta manera, podría decirse que el cuerpo de estudio para los topógrafos es la curvatura terrestre, con su geografía ondulada y accidentada (Tacca, 2015).

En El Salvador, los principales instrumentos empleados para la medición son el teodolito y la estación total. Históricamente, estos instrumentos han arrojado resultados de una precisión satisfactoria. Sin embargo, es crucial que el país adopte tecnologías aún más avanzadas, como el GPS de doble frecuencia y los drones que utilizan fotogrametría. La incorporación de estas innovaciones establecería un marco de referencia basado en las técnicas de medición y posicionamiento más contemporáneas que se utilizan actualmente, fomentando así el progreso en el campo de la topografía (Jiménez y otros, 2019).

Hoy en día, el campo de la topografía ha experimentado transformaciones revolucionarias y sustanciales. Con la utilización de equipos de última generación y el apoyo

de la fotogrametría, podemos realizar levantamientos topográficos a una velocidad y precisión sin precedentes. Como resultado, la necesidad de la participación humana en esta tarea se ha reducido considerablemente. Este resultado tiene una enorme importancia para el desarrollo de proyectos de ingeniería. Si tuviéramos que confiar en el equipo topográfico tradicional, sería imposible llevar a cabo un trabajo tan extenso en el plazo deseado y con el nivel de precisión necesario, a menos que se contrate a una fuerza laboral más grande. Partiendo de los puntos antes mencionados, creemos firmemente que, al implementar este novedoso enfoque, junto con las herramientas adecuadas y la utilización de vehículos aéreos no tripulados (UAV), aprovecharemos al máximo las numerosas ventajas que presenta esta tecnología. (Sedano & Pari, Rufo, 2018).

De acuerdo con (Gasca, Jose G, 2001), indica que México dispone de la Red Geodésica Nacional Activa, y se identifica la necesidad de expandir los puntos GPS de primer orden en zonas con escasa cobertura para los usuarios habituales de información geodésica. Por tanto, se considera esencial difundir información técnica sobre el diseño de redes geodésicas. Esta investigación tiene como objetivo responder a la siguiente pregunta.: ¿Cuál es el equipo que obtendrá el menor error, en precisión; costo y tiempo?, para el levantamiento en áreas de gran extensión, y determinar qué equipo es el recomendable para un proyecto de ingeniería, ya sea un aeropuerto, obra portuaria, obra vial, obra civil.

“Los levantamientos topográficos realizados con estos equipos permiten brindar muy buenas precisiones (centimétricas) tanto horizontales como verticales. Esto se logra mediante denominados puntos de control o ground control points (GCP) que son medidos con un GPS diferencial” (Villarreal, 2015, pág. 3).

Una estación total, que es esencialmente un teodolito equipado con un aparato electrónico de medición de distancia, representa un instrumento más contemporáneo. Vale la pena señalar que este dispositivo en particular también se puede emplear para nivelar cuando se coloca en el plano horizontal. Es importante reconocer el hecho de que las estaciones totales han sufrido una profunda transformación en lo que respecta a su composición tecnológica, pasando de dispositivos óptico-mecánicos a homólogos totalmente electrónicos, desde sus inicios (Jiménez y otros, 2019).

La utilización de la tecnología GPS ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, debido a su capacidad para proporcionar resultados rápidos y eficaces en

una amplia gama de aplicaciones. Estas aplicaciones son de suma importancia para el progreso de la humanidad y abarcan diversas áreas, como la navegación aérea y marítima, la vigilancia de eventos sísmicos y las iniciativas de ingeniería de vanguardia (Jiménez y otros, 2019).

El objetivo de este esfuerzo de investigación es determinar las mediciones, los ángulos y una mayor precisión en la investigación topográfica, utilizando una estación total y un GPS diferencial., tomando como ámbito de estudio, el terreno en un área de gran extensión en el distrito de Chincheros, Cusco. Se ha tenido en cuenta la búsqueda de minimizar los errores que se puedan encontrarse durante el levantamiento topográfico en áreas de gran extensión, analizando las consecuencias que puede ocasionar si manejamos errores muy elevados, los cuales afectarían desde la concepción del expediente técnico y se verá reflejado en un proyecto de ingeniería durante la ejecución de la obra.

Antecedentes

(Diego, 2018), en su tesis presentada en la Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador, titulada “*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*”, realizó investigaciones con el objetivo de lograr un proceso más eficiente que pueda generar datos precisos durante el transcurso del trabajo. Esta investigación tiene en cuenta tanto la precisión como la velocidad, y se lleva a cabo utilizando varios instrumentos topográficos, como la Estación Total, el GPS RTK Stonex S10, el escáner láser Stonex X300 y el Phantom 4 Pro Drone. Todas estas herramientas se utilizan en la misma ubicación (a través de la E35). La conclusión extraída de esta investigación indica que existen diferencias entre las distintas tomas de datos. Sin embargo, la información extraída con los datos de los drones muestra la mayor discrepancia en comparación con las demás. Esta discrepancia puede atribuirse a factores como el cinturón, la densidad de la nube y la presencia de ruido durante la recopilación de datos.

(Jiménez y otros, 2019) en su tesis “*Análisis Comparativo Entre Levantamientos Topográficos Con Estación Total Como Método Directo Y El Uso De Drones Y GPS Como Métodos Indirectos*”, el investigador analiza en su estudio la ejecución de una evaluación comparativa, cuyo objetivo era evaluar el método más preciso y eficiente para realizar levantamientos topográficos en el área de estudio. Además, se evaluaron minuciosamente

los costos asociados, tanto en términos de gasto económico como de asignación de tiempo. Además, se llevó a cabo un análisis para examinar las ventajas y desventajas asociadas a cada método. El resultado del trabajo de campo consistió en el cálculo de los costos utilizando los enfoques directo e indirecto, así como en la determinación de la precisión y la duración logradas con cada método. El objetivo final era determinar, mediante una aplicación práctica, el método óptimo a emplear en función de las características específicas del sitio.

(Corredor, 2015), en su tesis presentada en la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Colombia, titulada “*Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional, y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tuluá – Río Frío,*” realizó un estudio con el objetivo de implementar modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una carretera de 12,62 km que necesita rehabilitación en el departamento de Valle del Cauca, en el sector Tuluá - Río Frío. El estudio consistió en comparar los modelos digitales de topografía con drones y la topografía convencional. El estudio concluyó que las condiciones topográficas en las que se encuentra el corredor vial son muy favorables. El uso de levantamientos topográficos con drones permite su aplicación en una amplia gama de proyectos de consultoría, ya que agilizan el proceso de recopilación de datos y ofrecen una alta precisión. Se recomienda emplear ambas técnicas de captura al diseñar carreteras, ya que la topografía convencional proporciona información más detallada, lo que permite una descripción más completa del proyecto, mientras que la topografía con drones permite capturar un área de terreno más grande con mayor precisión.

(Montes & Yelicich, 2012), en su tesis denominada “*Estudio de metodologías utilizadas en relevamientos y replanteos topográficos con destino a obra lineal*”, El objetivo principal de su investigación era examinar las técnicas empleadas en los levantamientos topográficos y los rediseños para proyectos de infraestructura lineal, como carreteras, oleoductos y ferrocarriles. Su investigación se centró en la resolución de los levantamientos y rediseños actuales de obras lineales en nuestro entorno, a fin de establecer criterios para mejorar y optimizar la metodología utilizada. Su objetivo era garantizar la compatibilidad de los datos obtenidos a través de varios instrumentos y metodologías. En última instancia, formularon directrices para las encuestas y los rediseños de obras lineales, y llegaron a la

conclusión de que la metodología más adecuada para la replanificación serían las técnicas diferenciales en tiempo real.

(Ayala & Hasbun, 2012), en su estudio *“Aplicaciones y uso de la tecnología de GPS diferencial de doble frecuencia con precisión centimétrica en el área de levantamiento y replanteo topográfico georreferenciada”*, realiza un análisis de las distancias entre dos puntos poligonales del GPS y la estación total. Se puede concluir que la disparidad en las longitudes oscila entre 1 cm y 3 cm, lo que indica que el GPS arroja un menor grado de error.

(Amaro y otros, 2012), en su artículo científico denominado *“Propuesta de una metodología de trabajo para mediciones topográficas y catastrales a partir de la tecnología actual y una herramienta de desarrollo propio en entorno CAD”*, publicada en 2010 en la conferencia internacional sobre el catastro unificado multipropósito (CICUM), se presentó una metodología para el procesamiento de datos topográfico-catastrales. En consecuencia, los autores pudieron adquirir parcelas mediante la utilización de una herramienta desarrollada en un entorno CAD. Esta metodología aborda de manera efectiva los problemas comunes que se encuentran al trabajar con múltiples sistemas de referencia en topografía. La herramienta resultante mejora en gran medida la eficiencia de los procesos topográficos, específicamente en la preparación de los planos.

(Prado, 2019), en su investigación *“Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales en el Perú, año-2019”*, afirma que la utilización de tecnologías novedosas en el campo de la construcción de carreteras está provocando una transformación significativa a escala mundial. Perú ya ha adoptado estas tecnologías en numerosos proyectos viales, tanto en el sector público como en el privado. En consecuencia, resulta imperativo determinar el nivel de competencia que poseen los ingenieros civiles en relación con estos desafíos emergentes. Esta investigación concluye que la falta de conocimiento o comprensión con respecto a la aplicación y los procedimientos de las nuevas tecnologías empleadas en la topografía da lugar a una multitud de deficiencias en los estudios topográficos, la reevaluación y la implementación de los proyectos de construcción, lo que en última instancia conduce a pérdidas financieras y complicaciones legales.

(Quispe, 2017), en su trabajo de titulación en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, titulado *“Levantamiento Topográfico con estación total y un dron (UAV) eBee de Sensefly, para la demarcación del centro experimental Wayllapampa, Pacaycasa,*

Ayacucho”, la investigación fue realizada por una persona con el objetivo de ofrecer una solución alternativa a los problemas que enfrenta esta institución educativa en relación con sus límites con los terratenientes Wayllapampa, Orcasitas y vecinos. Durante la investigación, se documentaron tres puntos geodésicos utilizando dos dispositivos GPS diferenciales, acompañados de sus respectivas placas validadas proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), una de las principales conclusiones de este estudio fue que la implementación de un levantamiento topográfico con una estación total permitió obtener detalles altamente definidos en términos de calidad y precisión. Estos detalles eran fácilmente reconocibles como vértices y límites, y el levantamiento requirió un mínimo de personal sin poner en peligro a los asistentes. Además, el levantamiento topográfico produjo una mayor cantidad de información, compuesta por millones de puntos, que podía interpretarse cómodamente en un entorno controlado sin necesidad de verificación sobre el terreno. Por el contrario, el uso de una estación total requería más personal y tiempo, al mismo tiempo, exponía a los asistentes a riesgos en las zonas de difícil acceso y producía menos detalles con un número menor de puntos.

Marco teórico

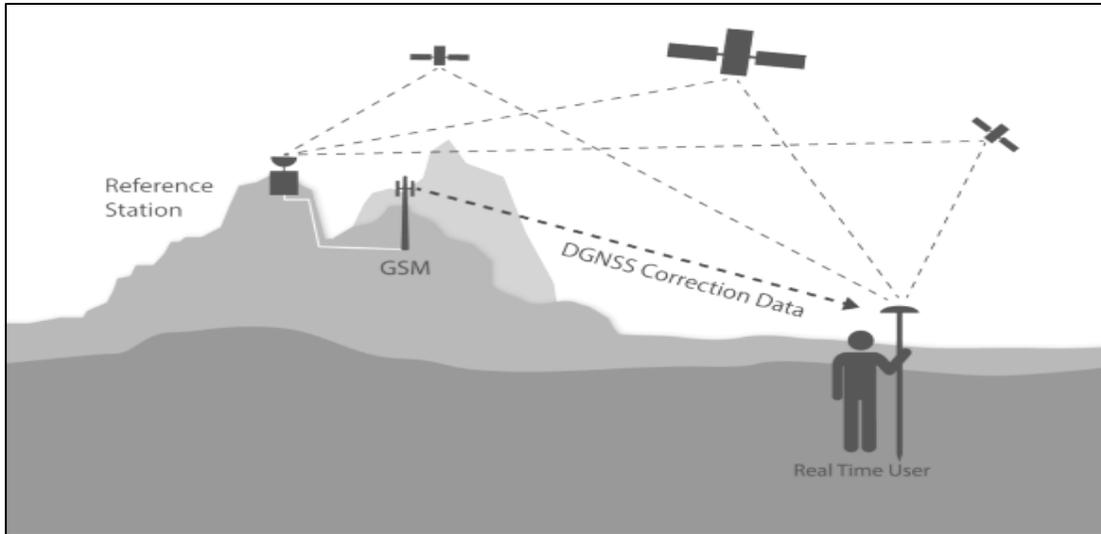
La topografía

Son principios y metodologías que se emplean con el propósito de determinar las ubicaciones relativas de los puntos situados en la superficie, utilizando tres componentes espaciales, dos de los cuales se refieren a la distancia, mientras que el resto se refiere a la elevación. La topografía es una implementación práctica de la geometría, por lo que es imposible llevar a cabo la tarea asignada sin los conocimientos relacionados con los conceptos geométricos (Montes & Yelicich, 2012).

Así mismo, a la topografía se le considera una de las herramientas básicas de la ingeniería civil.

Figura 1

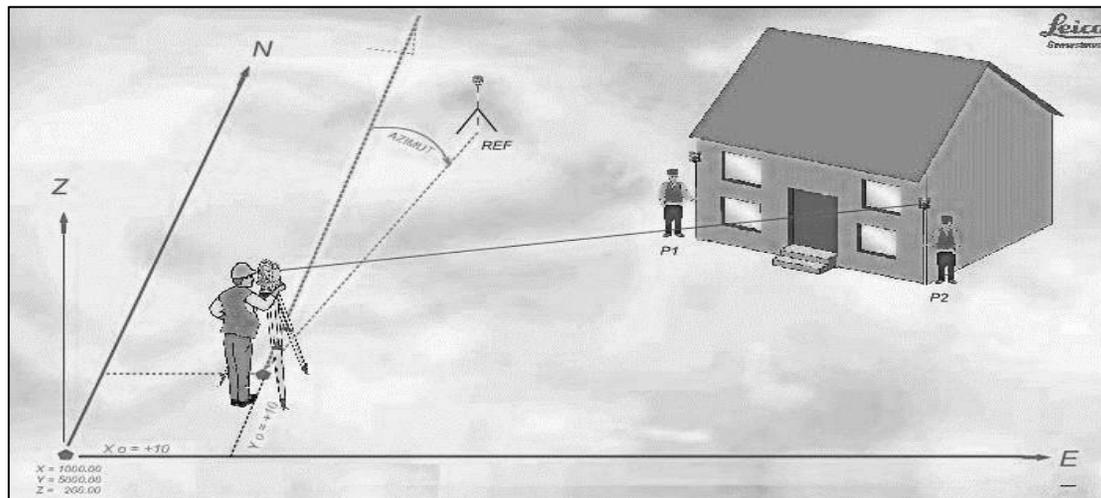
Esquema de un levantamiento topográfico usando GPS en modo RTK



Nota. Imagen extraída Oficina federal Topografía Suiza (2023).

Figura 2

Esquema de un levantamiento topográfico usando Estación Total



Nota. Imagen extraída de Leica Solutions (2012).

Equipos topográficos

Estación total:

Tiene la capacidad de cuantificar electrónicamente ángulos y distancias y analizarlos mediante trigonometría para proporcionarnos, como mínimo, coordenadas de posición espacial.

En la actualidad, todas las estaciones totales electrónicas están equipadas con un medidor electrónico de distancia óptica (EDM) y un medidor electrónico de ángulos, lo que permite escanear códigos de barras en las escalas circulares horizontales y verticales, y la posterior visualización digital de las mediciones de ángulos y distancias.

Figura 3

*Estación total Leica TS10 Ficha técnica
(Ver Anexo 8)*



Nota. Imagen extraída de GEOTOP (2022).

GPS diferencial

El GPS diferencial mejora la precisión del sistema. Este tipo particular de receptor, además de adquirir y analizar datos satelitales, obtiene y analiza simultáneamente información complementaria de una estación terrestre situada muy cerca y reconocida por el receptor. Estos datos complementarios permiten rectificar cualquier posible error que pueda introducirse en las señales recibidas por el receptor desde los satélites (Pachas, 2009).

El margen de error que presenta un receptor GPS típico puede desviarse entre 60 y 100 metros de la posición que muestra en su pantalla. Sin embargo, la utilización del GPS diferencial reduce de manera efectiva este margen de error a menos de un metro de divergencia con respecto a la posición indicada. El único inconveniente del GPS diferencial es que la señal emitida por la estación terrestre abarca únicamente un radio de aproximadamente 200 kilómetros. No obstante, este alcance resulta más que suficiente para ejecutar una maniobra de aproximación y aterrizaje de una aeronave en un aeropuerto.

Figura 4

*GPS Diferencial Leica GS18 Ficha técnica
(Ver Anexo 9)*



Nota. Imagen extraída de GEOTOP (2022).

Precisión

Es el consenso de varios resultados obtenidos en una misma entidad, que se ve influenciado por las circunstancias del entorno a lo largo del proceso de medición.

Error:

Posee un alcance desconocido debido a una miríada de factores. Tiene el potencial de categorizarse de la siguiente manera:

Naturales: Debido a la amplia gama de fenómenos naturales, que incluyen, entre otros, la temperatura, el viento y la radiación solar, entre otros factores.

Personales: La aparición de errores involuntarios se debe principalmente a la falta de experiencia que posee el observador.

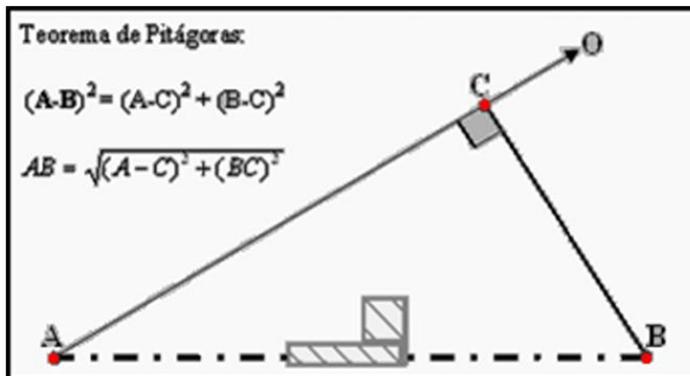
Instrumentales: “Corresponde a los generados por los mismos instrumentos topográficos, por ello es adecuado revisar el estado de los instrumentos antes de realizar cualquier trabajo” (Pachas, 2009, pág. 17).

Método para hallar variación error

La metodología empleada para este tipo de levantamientos y hallar el error o variación entre estos dos equipos se basa en una fórmula llamada Pitágoras (ver figura 5), que por diferencia de coordenadas podemos hallar la diferencia tanto en el norte como en el este, y así podemos determinar que tanto es el error de un equipo en relación con el otro, para ellos se elaboró una ficha de observaciones (ver Anexo 1), en el cual podemos observar las diferencias en mm.

Figura 5

Formula Teorema de Pitágoras



Nota. Imagen extraída de (Delgadillo, 2013).

Formulación

Problema General

¿En qué medida el análisis correlacional tiene influencia en la precisión y el tiempo, en levantamientos de áreas de gran extensión, utilizando el método con GPS y el método con Estación Total?

Problemas específicos

PE-1: ¿En qué medida influye el método con GPS y el método con Estación Total en la precisión de levantamientos de áreas de gran extensión en proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra?

PE-2: ¿En qué medida influye el método con GPS y el método con Estación Total en el costo de levantamientos de áreas de gran extensión en proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra?

PE-3: ¿En qué medida influye el método con GPS y el método con Estación Total en el tiempo de levantamientos de áreas de gran extensión en proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra?

Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida el análisis correlacional influye en el método con GPS y el método con Estación Total en levantamientos de áreas de gran extensión para proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra.

Objetivos Específicos

OE-1: Determinar cuál es el equipo con más precisión en el levantamiento de áreas de gran extensión para proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra.

OE-2: Determinar cuál es el equipo más versátil en optimización de tiempo para el levantamiento de áreas de gran extensión para proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra.

OE-3: Determinar cuál es el equipo que beneficia en costo de producción en el levantamiento de áreas de gran extensión para proyectos de ingeniería durante la ejecución de una obra.

Hipótesis

Hipótesis General

En el análisis correlacional del levantamiento de áreas de gran extensión, se espera que el método con Estación Total muestre una mayor precisión en comparación con el método con GPS. Esta diferencia en la precisión debería reflejarse en los resultados del análisis.

Hipótesis Específicas

HE-1: El método con Estación Total tendrá precisión horizontal, y mayor costo con respecto al GPS diferencial en el levantamiento del área de gran extensión.

HE-2: El método con GPS diferencial tendrá mejor optimización de tiempo y versatilidad en el levantamiento del área de gran extensión.

HE-3: El método con GPS diferencial tendrá menor costo y mayor error con respecto a la Estación Total en el levantamiento del área de gran extensión.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Perspectiva metodológica

Esta investigación se clasifica como aplicada, ya que se basa en la aplicación de conocimientos teóricos previamente adquiridos. Además, su alcance es correlacional, con el objetivo de conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables tanto independientes como dependientes en una muestra o contexto en particular. En este caso, se está utilizando la prueba Rho de Spearman para medir dicha asociación, además se utilizó la prueba t de Student para conocer las diferencias entre los dos equipos (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014).

El enfoque que se empleará para este estudio será cuantitativo, ya que la recopilación de información se “utiliza para examinar suposiciones basadas en la evaluación numérica y el análisis estadístico, con el objetivo de determinar los patrones de comportamiento y evaluar las conjeturas” (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014), Los datos que se adquieran en el campo se recopilarán y examinarán, empleando una metodología consecutiva para autenticar presuposiciones específicas, incluidas las coordenadas, las elevaciones y las distancias.

Tipo de investigación

Según el Enfoque

De acuerdo con su propósito previsto, se emplea debido a su enfoque en descubrir mecanismos para recopilar datos cuantitativos con la intención de adquirirlos. Según su nivel de minuciosidad, cumple una función explicativa, ya que su objetivo es diferenciar entre las variables que dependen de la precisión, el tiempo y el costo, así como las variables independientes en relación con el equipo topográfico. En cuanto a su naturaleza inherente, los datos son de naturaleza mixta, puesto que las observaciones cualitativas y cuantitativas se utilizan para examinar y analizar la realidad mediante el procedimiento empleado de recopilación y adquisición de datos. En cuanto a la manipulación de variables, se considera cuasi experimental, la conducta de las personas y los diversos factores sociales para documentar información cualitativa y cuantitativa es una práctica que se ha adoptado. En última instancia, en lo que respecta al elemento tiempo, este esfuerzo puede considerarse

transversal, ya que abarca el análisis de las alteraciones que se han producido en los fenómenos, los individuos o los colectivos en un momento determinado (Urteaga, 2021).

La investigación que se basa en las características de los datos entra en el ámbito cuantitativo, puesto que hace hincapié en el examen y la interpretación de diversas metodologías orientadas a la medición. Su aplicabilidad radica en que se centra en identificar los medios para alcanzar un objetivo determinado. Además, su naturaleza cuasi experimental y transversal se debe a la forma en que depende de la manipulación de variables, que a su vez se refieren a un período de tiempo definido y a un espacio designado (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014).

El diseño utilizado se alinea con el gráfico que se ilustra a continuación.

Figura 6

Gráfico de Comparación



Nota. Imagen extraída de (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014).

O = Observación.

X1=Variable (Comparación de levantamientos empleando el método con Estación Total y GPS Diferencial).

Según su Orientación

De acuerdo con la orientación proporcionada, este estudio se utilizará para adquirir datos numéricos que se utilizarán para determinar el levantamiento topográfico más confiable. Posteriormente, este levantamiento se implementará en el campo de la ingeniería durante los estudios topográficos, lo que facilitará la elección de la mejor opción, ahorrando así tiempo y recursos.

Según su Alcance

Del mismo modo, el grado de investigación es práctico, ya que su objetivo es comprender los fenómenos mediante un examen de estos desde el punto de vista de las

personas en su entorno auténtico y en relación con las circunstancias, con el fin de realizar el examen topográfico junto con los diversos grupos (Hernández & Mendoza, 2018)

“Este estudio adoptará un enfoque descriptivo como metodología, ya que su objetivo es determinar la relación entre las variables y establecer un nivel de previsibilidad” (Ochoa, 2021).

Según el Tipo de fuente de recolección de datos

“Dependiendo de la naturaleza de la fuente de recopilación de datos, este esfuerzo de investigación adoptará un enfoque prospectivo, puesto que los datos se adquirirán en función de los criterios predeterminados del investigador en consonancia con los objetivos especificados” (Poma y otros, 2021).

Diseño de la investigación

En esta investigación, se propuso un diseño experimental. Este será empleado para determinar qué método ofrece la mayor precisión y flexibilidad en términos de tiempo, así como un rendimiento coste-eficiente en la evaluación del área de estudio.

“El diseño de la investigación se puede definir como el plan o estrategia formulado que se diseña con el fin de adquirir la información necesaria en un estudio de investigación y abordar de manera efectiva el enfoque elegido” (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014).

“La investigación cuasi experimental se basa en una situación de control en la que una o más variables independientes (causas), se manipulan deliberadamente para analizar las repercusiones de dicha manipulación en una o más variables dependientes (efectos)” (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014).

Sin embargo, el diseño de la investigación se considera cuasi experimental, ya que su objetivo es evaluar la precisión y confiabilidad de los instrumentos topográficos mediante la recopilación de datos en el campo en condiciones controladas. Esto implicará comparar los datos obtenidos para determinar el grado de confiabilidad en la realización de estudios topográficos.

El diseño de la investigación experimental, específicamente el tipo cuasi experimental, altera deliberadamente al menos una variable independiente para examinar su impacto en

una o más variables dependientes. Esto implica crear un escenario preestablecido en el que se expongan grupos intactos de variables (Hernández, R; Fernández, C; Batista, M, 2014).

Limitaciones de Investigación

- a) Esta investigación enfrentó ciertas restricciones, particularmente en términos de orientación, obstáculos y terrenos irregulares con vegetación, lo que dificultó la recopilación de datos utilizando el equipo topográfico (Estación Total).
- b) Señal de los satélites, El GPS precisa la recepción de satélites con señal fuerte, para la toma de datos con precisión.
- c) Presupuesto, La estación total, como el GPS Diferencial, son costosos, y no siempre está al alcance.
- d) Tiempo, los levantamientos realizados, consumieron mucho tiempo en la toma de información, por la geografía y la recepción de los satélites, ya que el lugar fue un área extensa y de terreno ondulado.
- e) Puntos de control, el avistamiento de punto a punto fueron distantes.
- f) Seguridad, el topógrafo responsable, como el equipo, tuvieron contratiempos con los animales.
- g) Clima, tuvo la afectación de datos en el GPS diferencial y Estación total.
- h) En el campo de la tecnología de equipos topográficos se puede observar una amplia gama de marcas que abarcan diversas características y abrazan la modernidad. En la presente investigación actual, se utilizó una estación total Marca Leica modelo TS10, y un GPS diferencial marca Leica modelo GS18.

Argumento

La investigación se llevó a cabo en la sierra sur del Perú, en el departamento de Cusco. Es importante mencionar que el estudio se llevó a cabo en el año 2022, por lo que cualquier modificación futura (relacionada con los posibles proyectos aprobados) en ese entorno en particular no puede tenerse en cuenta a los efectos de esta investigación.

Población

(Monje, 2011) La población, a menudo denominada universo, consiste en el conjunto de entidades, individuos o unidades que poseen los atributos objeto de investigación y a los que se pueden extender las conclusiones derivadas de la muestra (los elementos constitutivos

del universo elegido) para su análisis. La determinación de la población para un proyecto de investigación se basa en la necesidad de designar la cohorte para la que son relevantes los resultados de la investigación.

La población de estudio está orientada a cualquier área amplia que requiera una identificación precisa, rápida y económica de niveles y coordenadas en cualquier región similar a la que se está trabajando.

Muestra

Según (Hernandez, 2004, pág. 21), El muestreo no probabilístico o de conveniencia es una metodología de muestreo en la que las muestras se eligen de acuerdo con el juicio subjetivo del investigador, en lugar de seleccionarse al azar. En esta forma de muestreo, las muestras se seleccionan en función de su disponibilidad conveniente para el investigador.

La muestra de esta tesis es una muestra no probabilística o por conveniencia, el estudio se realizó en la zona sur del Perú, en un área de gran extensión a ser medida, el cual la información obtenida de esta medición será invaluable para entender mejor la topografía, y las características únicas de la región.

Técnica de recolección de datos

En este estudio, se utilizó el método de observación con una hoja de datos técnica. Se utilizaron instrumentos como la estación total y el GPS diferencial para facilitar la recopilación de datos necesarios para el levantamiento topográfico del terreno.

Procedimiento

El presente procedimiento tiene como objetivo dar a conocer, la forma adecuada para realizar un levantamiento topográfico, con dos tipos de equipos de topografía, para obtener los resultados óptimos y hallar la variación de error Horizontal, costo y el tiempo de ejecución.

El levantamiento realizado con la Estación total, se utilizó los puntos existentes de la Poligonal de apoyo de tipo cerrada, el cual consta de 34 puntos, el cual se utilizó dos de ellos; estos puntos fueron CH-09 con vistas al CH-08, estos puntos fueron debidamente verificados y contrastado al momento del cierre, (Ver tabla 4).

Y para el levantamiento con el equipo GPS Diferencial se utilizó 1 de los 4 puntos geodésicos que se encuentran amarrados y configurados a una red de tipo de orden C (Ver

tabla 3), y oficialmente enlazada a una base de rastreo permanente ubicada en la ciudad del cusco, el cual dicho punto se encuentra validado y certificado por el IGN (Instituto Geográfico Nacional). (Ver Anexos 2), de esta forma se tiene una mayor confiabilidad en la extracción de la información que arroja dichos equipos.

La poligonal de apoyo se utiliza comúnmente para la recopilación detallada de datos topográficos y la creación de planos para replanteos. Además, sirve para supervisar la implementación de un proyecto futuro.

Los puntos de la Poligonal de Apoyo, está compuesta por los puntos de la Red Geodésica Principal y Secundaria (Bases, GPS) establecidas en la etapa de la Georreferenciación.

Procedimiento para el análisis de datos con estación total

Localización y Reconocimiento del terreno:

Lugar: Región sur del Perú, Cusco.

Localización: Se localiza con las siguientes coordenadas UTM

Tabla 1

Coordenadas UTM del lugar de estudio

Coordenadas UTM	
Norte	8 517 665 m
Este	817 200 m
Altitud	3700 msnm

Nota. *En la tabla 1 se observa las coordenadas UTM en Norte y Este con su respectiva altitud de la zona de estudio denominado centro de gravedad, elaboración propia.*

Toma de datos

- a) Luego de configurar el equipo para el levantamiento topográfico, se da vista adelante donde se ubica el punto apoyo en este caso punto de apoyo.
- b) Después de dar vista adelante, se realiza la nivelación del equipo y el ingreso de coordenadas digitando el NEZ, que se obtuvo mediante la poligonal de apoyo.

- c) Para Finalizar, se realiza la medición de los puntos ya ubicados y medidos con el equipo topográfico Estación total marca Leica modelo TS10, y con el equipo GPS Diferencial Marca Leica modelo GS18, (Ver tabla 2).

Trabajo de gabinete

- a) Después del trabajo de campo, se extrae los datos del equipo topográfico en formato con la extensión (txt.), y archivo delimitado por comas (csv).
- b) Luego de ello se exporta los puntos en el programa de AutoCAD Civil 3d, para generar las curvas de nivel para luego ser representadas en un plano.

Procedimiento para el análisis de datos con GPS diferencial

Proceso de determinación de los puntos

- a) Una vez que se ha establecido el punto de medición deseado, la base se coloca cuidadosamente sobre el trípode para continuar con el proceso de estacionamiento. A continuación, se coloca la antena GPS.
- b) Luego de configurar el equipo y colocar la antena, se inicializa la base, hasta que cargue los satélites suficientes visualizados en la colectora o tableta.
- c) Una vez visualizado los satélites suficientes, comenzaremos el ingreso de datos ambientales en la colectora táctil siguiendo los pasos indicados en el manual del fabricante con los ajustes recomendados.
- d) Culminado las configuraciones iniciales se inicia la toma de puntos en el área del estudio.
- e) Luego necesitamos crear una carpeta de trabajo para guardar nuestras mediciones y registrar las coordenadas en el sistema UTM WGS18.
- f) Una vez que se ha creado la carpeta, se emplea un lápiz táctil para seleccionar la opción CONT. Los datos se rellenan meticulosamente, incluyendo su código correspondiente.
- g) Es importante que, para garantizar una recopilación precisa de datos, se debe observar un número adecuado de satélites, un mínimo de seis, como se indica en la pantalla de la colectora táctil.
- h) Una vez configurado y puesto en modo inicio el GPS, comenzaremos a registrar los puntos a levantar en modo automático cada 5 metros en sentido del trazo del eje del área de estudio.

Procesamiento y ajuste de data Estación y GPS.

La información obtenida de campo es transferida a un procesador o laptop vía USB o Bluetooth, y analizada mediante el civil 3D, de alto grado de confiabilidad, luego de ello se realiza el mismo procedimiento de exportación de data como la estación total.

Postproceso y variaciones de errores entre los dos equipos Topográficos.

Para la etapa de postproceso es importante recalcar que la poligonal de apoyo y la red puntos geodésicos, que se encuentra dentro del perímetro, son puntos existentes del estudio elaborado por el consorcio CHINCHEROS, dado así que tiene una proyección en la zona UTM 18 Sur, mientras que el punto de control de la estación de rastreo permanente del instituto geográfico nacional CS01 de orden 0 (Ubicado en la ciudad del cusco) se encuentra en la zona 19 sur, teniendo en cuenta esto, se determinó definir en la etapa de postproceso de la extracción de la densidad de puntos de los equipos de topografía, en el cálculo exportando la nube de puntos al civil 3d, se realizara el rotado de coordenadas en su posición real a la zona 18 sur sin ningún problema. Cabe señalar que este procedimiento no altera en lo absoluto al procesamiento debido a que el postproceso se usan las coordenadas geográficas (latitud, longitud y altura) las cuales son las mismas coordenadas que se describen en la ficha IGN del Instituto Geográfico Nacional.

Elaboración de resultados, respetando lo establecido en los lineamientos planificados del tema de investigación.

Estos fueron desarrollados durante el mes de abril de este año 2022, se hizo un recorrido al área del terreno distribuyendo a dos brigadas de topografía, una de ellas con estación total y la otra con el GPS diferencial, de acuerdo con lo planificado y a los alcances establecidos, cabe mencionar que los dos equipos de topografía previamente fueron calibrados y revisados con su respectivo certificado de calibración y corroborado por el topógrafo responsable (Ver anexo 6-7).

Análisis de datos

Para realizar un análisis de la recopilación de datos, se emplearon estadísticas inferenciales. Al completar el cuestionario para cada variable, los datos se adquirirán en Microsoft Excel y, posteriormente, se transferirán al programa estadístico versión 26 de IBM SPSS. Esta transición facilitará la construcción de gráficos, correlaciones y

explicaciones para lograr el objetivo previsto del análisis de correlación. Por otro lado (Peña, 2017), destaca el hecho de que SPSS proporciona una amplia gama de herramientas para la manipulación de datos derivados de diversas fuentes, incluidas organizaciones, iniciativas de investigación y actividades académicas. Mediante la utilización de este software, se pueden cultivar diversas capacidades y metodologías estadísticas.

Análisis de correlación Rho Spearman

A continuación, para el cumplimiento del objetivo de análisis correlacional se llevó a cabo el cálculo de la prueba no paramétrica, (por tener variable de distribución no normal) Rho de Spearman, que presenta la formula siguiente:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

- r_s es el coeficiente de correlación de Spearman
- D es la diferencia entre rangos de las variables correspondientes
- n es el número de observaciones

Evaluación de datos

Los datos recopilados de la estación total y del GPS diferencial se examinarán y evaluarán para determinar cuál de los dos métodos produce el mejor nivel de precisión, eficiencia en términos de tiempo y rentabilidad en el levantamiento. Además, se realizará una comparación económica para identificar el método con el menor coste y, en última instancia, determinar cuál de los dos enfoques es más ventajoso. Por el contrario, los cálculos obtenidos se utilizarán para verificar si hay discrepancias entre los datos obtenidos con ambos métodos a la hora de estimar el margen de error. Esta verificación se llevará a cabo mediante la utilización de la herramienta de importación de datos del programa Excel al programa civil 3D.

Aspectos éticos

En este estudio, se respetará plenamente el Código de Ética para la Investigación de la Universidad Privada del Norte, que se implementa dentro de la Escuela de Pregrado. Esta adhesión se refiere específicamente al tratamiento de la propiedad intelectual, la práctica de citar a los autores y la utilización de fuentes debidamente referenciadas. Además, se seguirán en consecuencia los estilos de escritura que hayan sido aprobados por las Unidades de Investigación (Estrada & Vargas, 2020).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Los hallazgos logrados están vinculados con la resolución de la interrogante planteada en esta investigación. Las soluciones, el método y el diseño empleados tanto en el trabajo de campo como en el análisis de gabinete, así como el software utilizado, se han integrado para culminar el estudio, a continuación, se muestran el análisis correlacional de Rho de Spearman como un índice que puede utilizarse para medir el grado de relación entre dos variables en la influencia de precisión y tiempo entre la Estación total y GPS diferencial. Además de la prueba no paramétrica t Student, para conocer las diferencias de medias entre los dos equipos.

Equipos de control utilizado (GPS Diferencial y Estación total)

Tabla 2

Equipos topográficos utilizados

Equipo	Estación Total	GPS. Diferencial
Marca Y Modelo	LEICA MODELO TS10	LEICA MODELO GS18
Nº. Serie	3316840	3619407
Nº. Cert. Calibrac.	EP 2021 ET 444	GS-027
Fecha. Calibrac.	07.12.2021	05.08.2021

Nota. En la Tabla 2 se aprecian los dos equipos de control utilizados en el levantamiento del terreno, Elaboración propia.

Tabla 3

Coordenadas Puntos geodésicos utilizados

Nº	ID.	Coordenadas UTM		Elevación Geoide	Coordenadas Topográficas	
		Norte	Este		Norte	Este
1	CUS13202	8,519,912.114	817,010.418	3,741.921	8,519,911.014	817,010.829
2	CUS13203	8,518,907.618	816,473.551	3,747.840	8,518,906.772	816,474,098
3	CUS13204	8,515,714.164	818,580.478	3,734.271	8,515,714.164	818,580.478
4	CUS13205	8,515,335.445	817,926.344	3,753,296	8,515,335.545	817,926.517

Nota. En la tabla 3, se observa las coordenadas en los dos sistemas: UTM y topográficas, en Norte, este y elevación, Estos puntos geodésicos se utilizaron para la instalación, inicialización y configuración de los equipos topográficos para el registro del sector del levantamiento.

Tabla 4
Coordenadas topográficas Poligonal de apoyo.

ID.	COORDENADAS TOPOGRAFICAS		
	Norte	Este	Cota
CH-01	8,520,337.230	816,693.294	3691.879
CH-02	8,519,954.787	816,396.115	3681.674
CH-03	8,519,632.754	816,517.524	3690.633
CH-04	8,519,296.149	816,632.149	3716.964
CH-05	8,519,000.259	816,651.289	3732.283
CH-06	8,518,711.353	816,752.151	3722.754
CH-07	8,518,580.554	816,835.259	3722.113
CH-08	8,518,294.622	816,933.328	3704.281
CH-09	8,518,066.460	817,031.819	3704.226
CH-10	8,517,698.772	817,003.264	3703.988
CH-11	8,517,472.352	817,258.224	3708.380
CH-12	8,517,149.384	817,370.195	3707.338
CH-13	8,516,940.135	817,446.944	3712.664
CH-14	8,516,678.427	817,545.177	3729.155
CH-15	8,516,410.023	817,638.184	3724.177
CH-16	8,516,120.522	817,739.924	3721.353
CH-17	8,515,812.790	817,828.505	3710.423
CH-18	8,515,524.663	817,961.503	3733.916
CH-19	8,515,012.647	817,959.667	3761.347

CH-20	8,515,022.766	818,277.274	3735.359
CH-21	8,515,219.232	818,585.193	3715.654
CH-22	8,515,447.702	818,547.777	3729.465
CH-23	8,515,975.548	818,389.539	3727.322
CH-24	8,516,287.562	818,295.444	3729.956
CH-25	8,516,698.364	818,305.944	3728.927
CH-25A	8,517,015.968	818,491.608	3735.390
CH-26	8,517,370.960	818,480.912	3709.078
CH-27	8,517,715.371	818,360.555	3706.850
CH-28	8,518,030.969	818,240.841	3705.959
CH-29	8,518,323.692	818,136.650	3705.432
CH-30	8,518,705.814	817,988.612	3711.597
CH-31	8,518,918.752	817,693.607	3728.670
CH-32	8,519,020.478	817,517.653	3746.787
CH-33	8,519,193.126	817,241.625	3739.124
CH-34	8,519,460.468	817,081.923	3746.804

Nota. En la tabla 4, se observa las coordenadas topográficas Norte, Este y elevación en el sistema UTM WGS84, dichos puntos fueron utilizados por los equipos topográficos, elaboración propia.

Cálculo del error de cierre

Tabla 5

Cuadro resumen diferencia de errores de cierre entre ambos equipos

Punto	Norte	Este	Elevación	Error Cierre (Cms.)		
				Norte	Este	Elevación
GPS DIFERENCIAL CUS13205	8,515,335.45	817,926.34	3753.297	0.018	0.013	0.023
ESTACION TOTAL CH-09	8,518,066.46	817,031.82	3704.235	0.005	0.004	0.007

Nota. En la tabla 5 se observa los errores encontrados al momento de la puesta en orientación de los equipos, y al realizar el cálculo de cierre, se encontró un mayor error en el GPS Diferencial de 0.013 cm. En comparación de la estación total de 0.004 cm. Con una diferencia de 0.009 cm, esto significa que la Estación total es un equipo más Preciso. Elaboración propia.

Análisis Correlacional entre Estación total y GPS Diferencial

Tabla 6

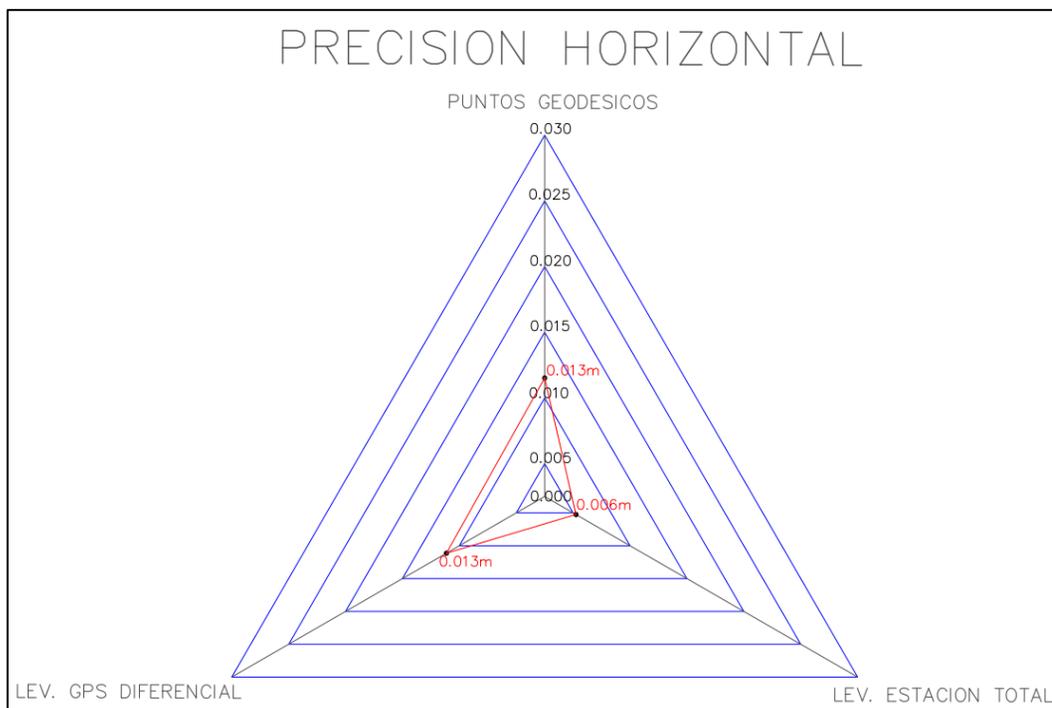
Errores Horizontales

TRABAJO	ERROR HORIZONTAL (cm.)
PUNTOS GEODÉSICOS	0.013
LEV. GPS DIFERENCIAL	0.013
LEV. STACION TOTAL	0.006

Nota. Errores Horizontales encontrados: estación total y GPS Diferencial

Figura 7

Precisión Horizontal entre Estación Total y GPS Diferencial



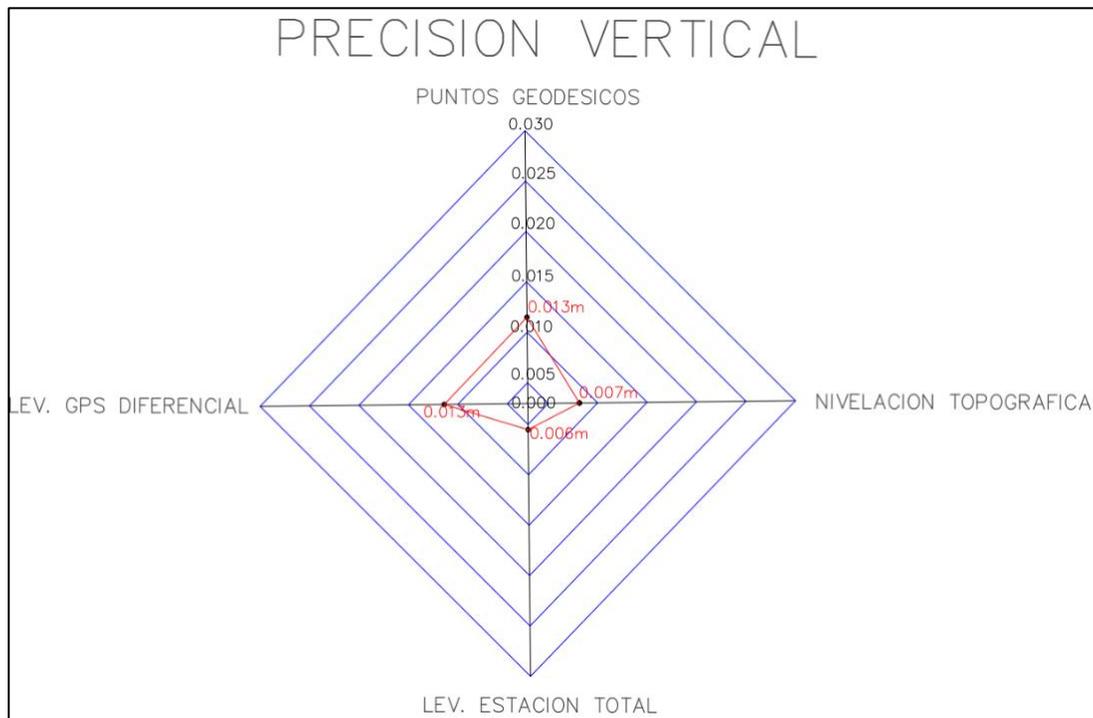
Nota. En la tabla 6 y la figura 7, se observan los resultados obtenidos a partir Levantamiento topográfico con Estación total y el Levantamiento topográfico con GPS Diferencial, donde se evidencia que, los dos trabajos realizados en el proyecto, 0.006 cm de error horizontal corresponde al levantamiento con Estación total, y 0.013 cm de error horizontal corresponde al levantamiento topográfico con GPS Diferencial, donde la línea roja con relación a la línea negra en coordenadas Norte y este es el desplazamiento horizontal de error en ambos equipos

Tabla 7
Errores verticales

TRABAJO	ERROR VERTICAL (cm.)
PUNTOS GEODÉSICOS	0.023
LEV. GPS DIFERENCIAL	0.023
LEV. ESTACION TOTAL	0.007

Nota. Errores Verticales encontrados: estación total y GPS Diferencial

Figura 8
Precisión Vertical entre Estación Total y GPS Diferencial



Nota. En la tabla 7 y figura 8, se observan los resultados obtenidos a partir Levantamiento topográfico con Estación total y el Levantamiento topográfico con GPS Diferencial, donde se evidencia que, los dos trabajos realizados en el proyecto, 0.007 cm de error vertical corresponde al levantamiento con Estación total y 0.023 cm de error vertical corresponde al levantamiento topográfico con GPS Diferencial, donde la línea roja en relación con la línea negra en elevación, es el error vertical en ambos equipos.

Tabla 8

Tabla descriptiva: Costo Directo Levantamiento topográfico Estación

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Presupuesto A					
Fecha 04/06/2022					
Lugar DISTRITO CHINCHEROS / PROVINCIA URUBAMBA / DEPARTAMENTO CUSCO					
EQUIPO TOPOGRAFICO UTILIZADO ESTACION TOTAL MARCA LEICA MODELO TS10					
MANO DE OBRA					
101	TOPOGRAFO	hh	16.1600	18.75	303.00
102	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	16.1600	6.25	101.00
103	NIVELADOR	hh	16.1600	12.50	202.00
104	CHOFER	hh	16.1600	6.25	101.00
105	PERSONAL SEGURIDAD	hh	16.1600	12.50	202.00
					909.00
MATERIALES					
201	FIERRO CONSTRUCCION	kg	3.0000	53.76	161.28
	VARILLA 3.60 MTS. 1/2"				
202	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	3.0000	6.90	20.70
203	PLASTICO	m	3.0000	10.00	30.00
204	YESO BOLSA 18 kg	bol	3.0000	15.50	46.50
205	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal	3.0000	52.00	156.00
206	THINNER	gal	3.0000	23.90	71.70
					486.18
EQUIPOS					
301	GPS NAVEGADOR	hm	3.0000	50.00	150.00
302	ESTACION TOTAL	hm	3.0000	150.00	450.00
303	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			45.45
304	BROCHA 1 1/2"	und	3.0000	6.00	18.00

				663.45
				2,058.63
	Total	S/.		
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
ESTACION TOTAL				2,058.63
VERIFICACION DE PUNTOS GEODESICOS Y POLIGONAL DE APOYO	Punto	1.00	377.51	377.51
TRAZO Y REPLANTEO	Km	1.00	840.56	840.56
LEVANTAMIENTO EJE PISTA ATERRIZAJE	Km	1.00	840.56	840.56
Costo Directo				2,058.63

Nota. En la tabla 8, se realizó el cálculo de costo directo, correspondiente al levantamiento topográfico con estación total. El cual se sustenta que el costo es mayor en relación con el GPS Diferencial. Con una sola cuadrilla de personal. Elaboración Propia.

Tabla 9

Tabla descriptiva: Costo Directo Levantamiento topográfico GPS Diferencial

Presupuesto	B	EQUIPO TOPOGRAFICO UTILIZADO GPS DIFERENCIAL MARCA LEICA MODELO GS18			
Fecha	04/06/2022	DISTRITO CHINCHEROS / PROVINCIA URUBAMBA / DEPARTAMENTO CUSCO			
Lugar					
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
101	TOPOGRAFO	hh	8.0800	18.75	151.50
102	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	8.0800	6.25	50.50
103	NIVELADOR	hh	8.0800	12.50	101.00
104	CHOFER	hh	8.0800	6.25	50.50
105	PERSONAL SEGURIDAD	hh	8.0800	12.50	101.00
					454.50
MATERIALES					
201	FIERRO CONSTRUCCION VARILLA 3.60 MTS. 1/2"	kg	3.0000	53.76	161.28
202	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	3.0000	6.90	20.70
203	PLASTICO	m	3.0000	10.00	30.00
204	YESO BOLSA 18 kg	bol	3.0000	15.50	46.50
205	PINTURA ESMALTE BLANCO	gal	3.0000	52.00	156.00
206	THINNER	gal	3.0000	23.90	71.70
					486.18
EQUIPOS					
301	ESTACION BASE	hm	1.0000	200.00	200.00
302	GPS NAVEGADOR	hm	3.0000	50.00	150.00
303	ROVER	hm	1.0000	100.00	100.00
304	COLECTORA TACTIL	hm	1.0000	50.00	50.00
305	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	300.00	

305	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			22.73
306	BROCHA 1 1/2"	und	3.0000	6.00	18.00
					840.73

Total	S/.	1,781.41
--------------	------------	-----------------

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
GPS DIFERENCIAL				1,781.41
VERIFICACION DE PUNTOS GEODESICOS Y POLIGONAL DE APOYO	Punto	1.00	572.79	572.79
TRAZO Y REPLANTEO GPS DIFERENCIAL	Km	1.00	604.31	604.31
LEVANTAMIENTO EJE PISTA ATERRIZAJE GPS DIFERENCIAL	Km	1.00	604.31	604.31
Costo Directo				1,781.41

Nota. En la tabla 9, se realizó el cálculo de costo directo, correspondiente al levantamiento topográfico con GPS Diferencial. El cual se sustenta que el costo es menor, en relación con la Estación total, con una misma cuadrilla de personal. Elaboración propia.

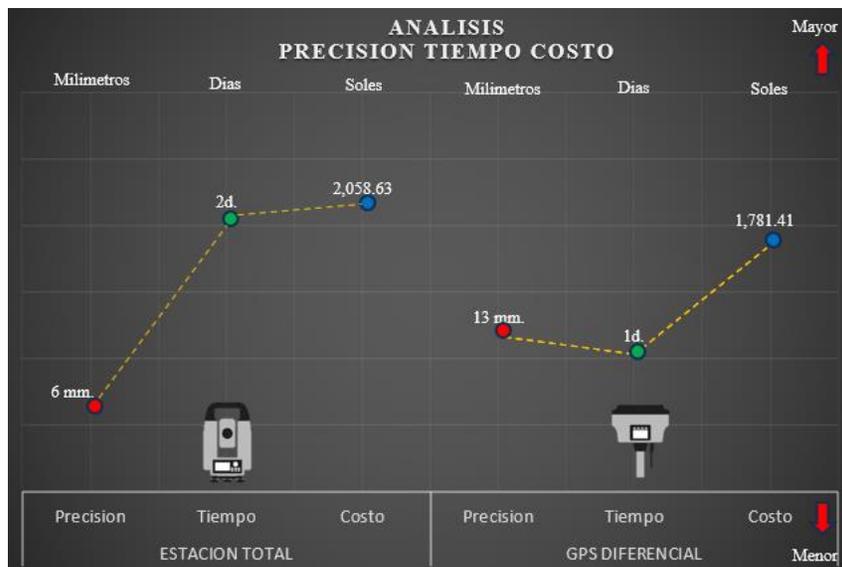
Tabla 10

Tabla descriptiva: Análisis Costo-tiempo-precisión, Estación total y GPS Diferencial

TRABAJO	TIEMPO (Días)	COSTO (Soles)	PRECISION HZ (Cm.)
LEV. ESTACION TOTAL	2	2,058.63	0.006
LEV. GPS DIFERENCIAL	1	1,781.41	0.013

Figura 9

Gráfico Precisión, Tiempo y Costo de estación Total y GPS Diferencial



Nota. En la tabla 10 y figura 9, se realizó un análisis: Tiempo, costo y precisión, correspondiente al levantamiento topográfico con Estación total y con GPS Diferencial. El cual se sustenta que el costo es menor en el equipo GPS diferencial, con un error de 13 mm. En relación con la estación total con un error de 6 mm. Ambos métodos Con una sola cuadrilla de personal. Elaboración propia.

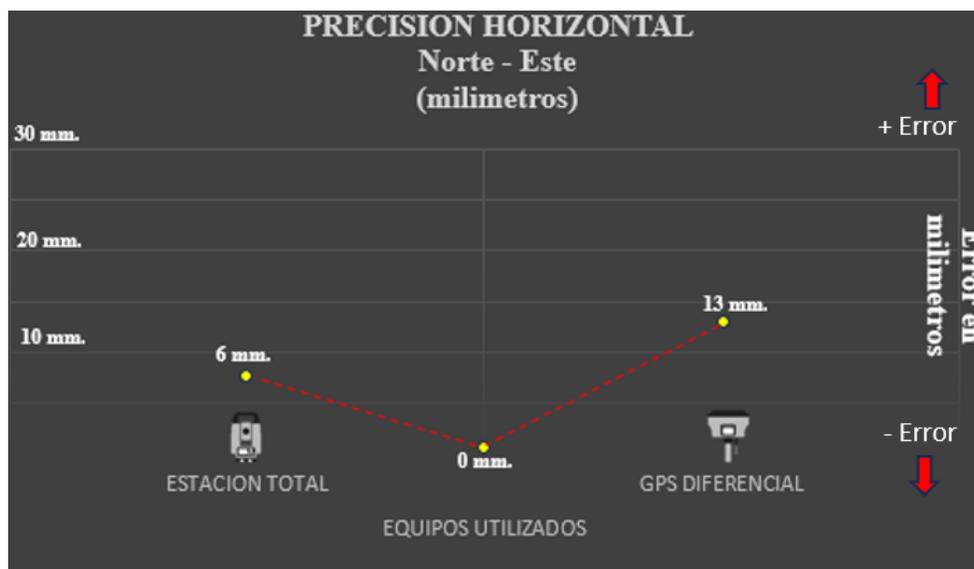
Interpretación Resultados

Resultado 1, Precisión:

El análisis correlacional entre ambos equipos, para dicho cálculo se basó en la formula “Teorema de Pitágoras” (Ver figura 5), el cual, por diferencias de coordenadas entre ambos equipos en relación con el área del estudio, y según las fichas de observación registradas (ver anexo 1), se determinó que la Estación Total tiene una mejor precisión Horizontal en comparación con el GPS Diferencial, cuya diferencia es de 7 mm. (Ver figura 7).

Figura 10

Gráfico Precisión Horizontal: Estación Total y GPS Diferencial



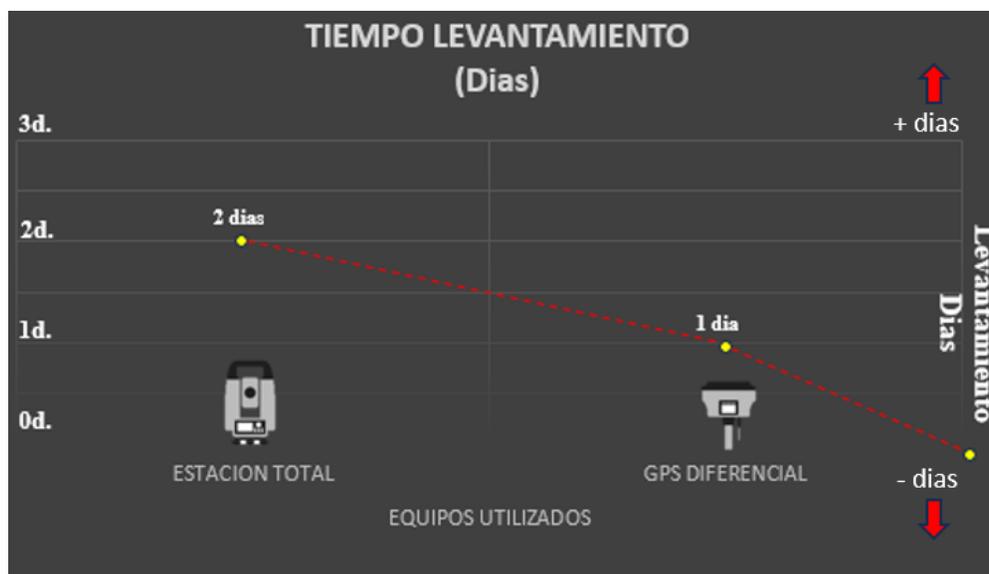
Nota. En figura 7, se refleja de forma isométrica las diferencias entre ambos equipos topográficos, y Figura 10.

Resultado 2, Tiempo:

Los resultados obtenidos de las variables independientes, específicamente del levantamiento topográfico realizado con Estación total y GPS Diferencial, se representan visualmente mediante cuadros estadísticos. Estas pantallas ilustran que, del trabajo de campo realizado (Levantamiento), la utilización con Estación Total duró dos días, mientras que con el GPS Diferencial duro un día de trabajo (Ver tabla 10).

Figura 11

Gráfico Análisis Tiempo: Estación Total y GPS Diferencial



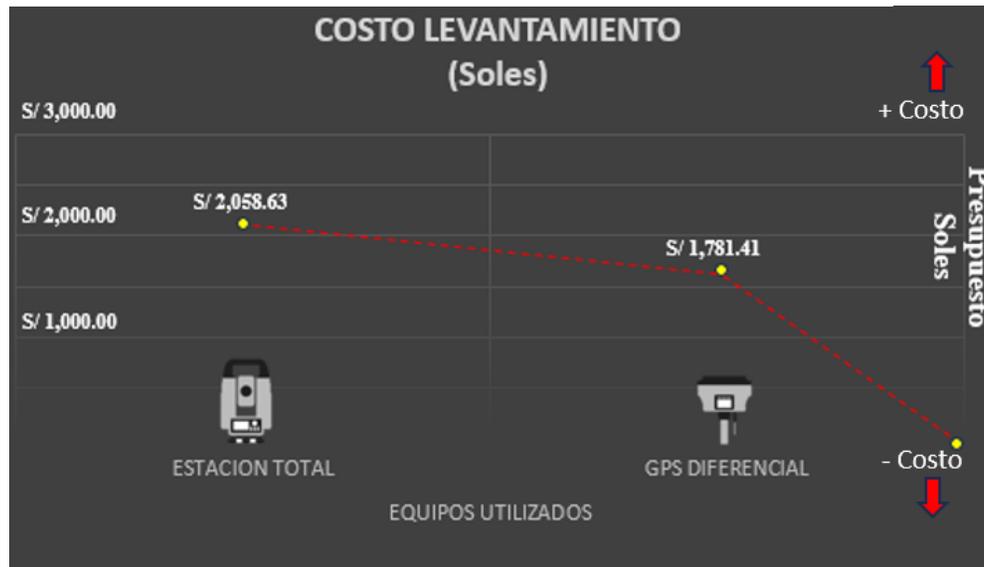
Nota. Aquí se detalla el tiempo en días utilizados en el levantamiento, en relación con el rendimiento, con los 2 equipos, y una brigada de topografía.

Resultado 3, Costo:

Se realizó el cálculo de costo directo de ambos equipos topográficos, el cual se determinó según el cuadro estadístico, que la estación total tiene un mayor costo en relación con el GPS Diferencial, ambos equipos con una sola cuadrilla de personal (Ver tabla 8,9).

Figura 12

Gráfico Análisis Costo: Estación Total y GPS Diferencial



Nota. Aquí se detalla el costo, en relación con los 2 equipos, y una brigada de topografía.

Análisis estadístico inferencial

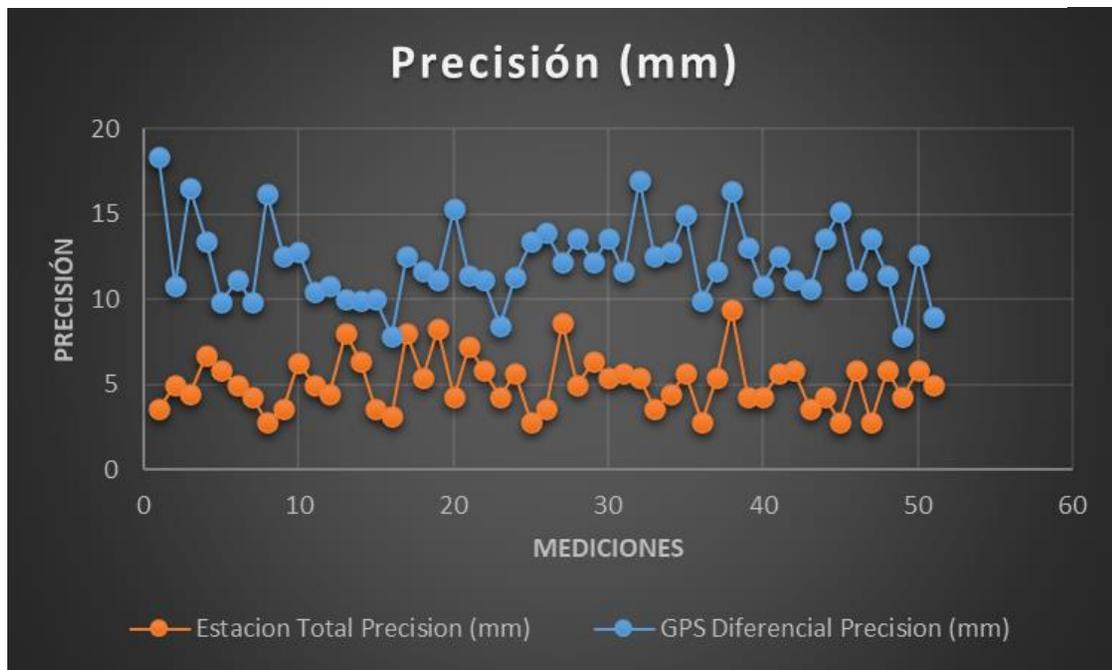
Interpretación resultados

Estadísticos

Luego de realizar las mediciones, los resultados se expresan a través de un análisis estadístico. Este análisis es fundamental para alcanzar los objetivos descritos en el estudio. Proporciona una visión cuantitativa y objetiva de los datos recopilados, permitiendo una interpretación precisa y confiable. De esta manera, se garantiza la validez y la relevancia de los hallazgos, contribuyendo a la severidad y la integridad de la investigación.

Análisis descriptivo

Figura 13
Precisión con estación total y GPS diferencial



Nota. En la figura presentada, se puede observar que los valores de precisión (en milímetros) obtenidos con el GPS diferencial son superiores a los obtenidos con la estación total. Esto pone de manifiesto que, para el análisis correlacional del levantamiento de áreas de gran extensión, el mejor ajuste en términos de precisión se logra mediante el uso del equipo de Estación Total.

Figura 14

Costo en soles con estación total y GPS diferencial



Nota. En el análisis realizado, se evidenció que los costos asociados con el uso del GPS diferencial son inferiores en comparación con la estación total. La línea de costo de la estación total se sitúa por encima, reflejando una diferencia creciente en los costos entre el equipo con GPS diferencial y la estación total en relación con las mediciones realizadas. Sin embargo, no se encontró evidencia que sugiera que un menor costo conlleve a mejores mediciones o a un incremento en los errores. Es importante destacar que la eficacia de las mediciones no necesariamente se correlaciona con el costo del equipo utilizado.

Resultados descriptivos

Tabla 11

Estadísticos descriptivos de las variables en análisis

		Precisión Estación total	Costo en soles	Precisión con GPS diferencial	Costo en soles con GPS diferencial
N	Válidos	51	51	51	51
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	5,1176	1029,3150	12,2353	890,7050
	Mediana	5,0000	1029,3150	12,0000	890,7050
	Moda	4,00	,00 ^a	11,00	,00 ^a
	Desv. típ.	1,54463	612,07469	2,32024	529,65128
	Varianza	2,386	374635,424	5,384	280530,483
	Mínimo	3,00	,00	8,00	,00
	Máximo	9,00	2058,63	18,00	1781,41

Nota. En el análisis estadístico realizado, se identificaron múltiples modas en los datos. Esto sugiere la presencia de varios grupos distintos dentro de la muestra estudiada. Sin embargo, para simplificar la interpretación de los resultados, se optará por presentar únicamente el valor menor entre las modas identificadas.

En el estudio de las variables identificadas, se consideraron dos tipos de equipos, incluyendo la estación total. Esta última presentó un promedio de precisión de 5,11, con un valor mínimo de 3 y un máximo de 9. Estos resultados evidencian la presencia de valores extremos, lo que podría indicar un comportamiento no normal. Además, se analizaron los costos en soles de este equipo, los cuales reflejaron un promedio de 1029,315, con un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 2058,63.

En relación con el equipo GPS diferencial, se observó que la precisión promedio fue de 12,23, con un valor mínimo de 8 y un valor máximo de 18. Por otro lado, los costos en soles presentaron una media de 890,705, con un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 1781,41. Estos resultados sugieren que la distribución de los datos, tanto para la precisión como para los costos, puede ser normal o no normal. Esta consideración es crucial para la selección de las pruebas estadísticas adecuadas en el análisis posterior de los datos.

Prueba de normalidad

Para realizar un análisis adecuado y cumplir con los objetivos establecidos, es esencial conocer el comportamiento o la distribución de las variables. En este caso, dado que contamos con una muestra de 51 datos, que es mayor a 50, se opta por utilizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba nos permitirá determinar si las variables siguen una distribución normal, lo cual es un supuesto clave en muchos análisis estadísticos.

Hipótesis

H₀: Las variables no tienen un comportamiento normal.

H_a: Las variables se comportan normalmente.

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$

Prueba: Kolmogorov Smirnov

Tabla 12

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Precisión Estación total	.197	51	.000
Costo en soles Estación total	.065	51	,200*
Precisión con GPS diferencial	.154	51	.004
Costo en soles con GPS diferencial	.065	51	,200*

Nota. *. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Al analizar la precisión, se obtuvieron valores de 0.000 para la estación total y 0.004 para el GPS diferencial. Dado que estos valores son menores a 0.05, se concluye que la precisión no sigue una distribución normal. Por lo tanto, se debe aplicar una prueba no paramétrica para establecer la relación. En cuanto al costo en soles, se obtuvo un valor de significancia de 0.200 tanto para la estación total como para el GPS diferencial. Estos valores, al ser mayores a 0.05, indican que la distribución de los costos es normal. Por ende, se debe aplicar una prueba paramétrica para el análisis de estos datos.

Resultados t de Student

A continuación, se muestra la siguiente fórmula, para llevar a cabo el cálculo de diferencia de medias, según los objetivos planteados:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

- \bar{x} es la media de la muestra
- μ es la media de la población (o la media esperada bajo la hipótesis nula)
- s es la desviación estándar de la muestra
- n es el tamaño de la muestra

Contraste de hipótesis

Hipótesis 1

H₀: El método con Estación Total no tiene precisión horizontal, y menor costo con respecto al GPS diferencial en el levantamiento del área de gran extensión.

H_a: El método con Estación Total tiene precisión horizontal, y mayor costo con respecto al GPS diferencial en el levantamiento del área de gran extensión.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Prueba no paramétrica: t de Student

Tabla 13

Comparación de precisión entre Estación Total y GPS Diferencial.

	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
				95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Precisión con GPS diferencial - Precisión Estación total	7,11765	2,85410	,39965	6,31492	7,92038	17,810	50	,000

Nota. $P < 0,05$, Para cumplir con la hipótesis principal, se realizó la prueba t de Student. Al obtener una significancia igual a 0.000, que es menor a 0.05, se debe rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar que existen diferencias significativas entre el equipo con estación total y el GPS diferencial. Esto resulta en valores más ajustados en la precisión con la estación total. Por lo tanto, en el análisis correlacional del levantamiento de áreas de gran extensión, se concluye que el método con Estación Total muestra una mayor precisión en comparación con el método con GPS.

Hipótesis 2

H_0 : El método con GPS diferencial no tiene mejor optimización de tiempo y versatilidad en el levantamiento del área de gran extensión.

H_a : El método con GPS diferencial tiene mejor optimización de tiempo y versatilidad en el levantamiento del área de gran extensión.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Prueba no paramétrica: t de Student

Tabla 14

Muestras relacionadas en optimización y tiempo entre Estación Total y GPS Diferencial.

	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
				95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Tiempo con GPS diferencial - Tiempo en Estación total	0:04	2:24	0:20	-0:35	0:45	,243	50	,809

Nota. En relación con la optimización, la prueba t de Student obtuvo un valor de 0.809 en la significancia bilateral. Este resultado no permite el rechazo de la hipótesis nula, lo que evidencia que no se puede demostrar que el método con GPS diferencial proporcionará una mejor optimización de tiempo y versatilidad en el levantamiento de áreas de gran extensión.

Hipótesis 3

H₀: El método con GPS diferencial tendrá mayor costo y menor error con respecto a la Estación Total en el levantamiento del área de gran extensión.

H_a: El método con GPS diferencial tendrá menor costo y mayor error con respecto a la Estación Total en el levantamiento del área de gran extensión.

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$

Prueba no paramétrica: t de Student

Tabla 15

Muestras relacionadas con el costo en soles entre equipos de estación total y GPS diferencial

	Media	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Costo en soles con Estación total- Costo en soles con GPS diferencial	138,61000	82,42340	11,54159	115,42804	161,79196	12,010	50	,000

Nota. $P < 0,05$, En el contraste de la hipótesis general, para cumplir con la hipótesis principal, se evidenció mediante la prueba t de Student que, con una significancia igual a 0.000, que es menor a 0.05, se debe rechazar la hipótesis nula (H_0). Esto permite aceptar que existen diferencias significativas en el costo de producción entre el equipo con estación total y el GPS diferencial. Se evidencia que el equipo de GPS diferencial tiene un menor costo, pero un mayor error. Por lo tanto, se puede concluir que, en el levantamiento de áreas de gran extensión, el método con GPS diferencial tendrá un menor costo, pero un mayor error en comparación con la Estación Total.

Contraste de relación

H_a : En el análisis correlacional del levantamiento de áreas de gran extensión, se espera que el método con Estación Total muestre una mayor precisión en comparación con el método con GPS.

H_0 : En el análisis correlacional del levantamiento de áreas de gran extensión, se espera que el método con Estación Total no muestre una mayor precisión en comparación con el método con GPS.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 16
Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Rho de Spearman	Sig.
Par 1	Tiempo con estación total y Tiempo con GPS diferencial	51	,529	,000
Par 2	Precisión Estación total y Precisión con GPS diferencial	51	-,053	,714
Par 3	Costo con estación total y Costo con GPS diferencial	51	1,000	,000

Nota. $P < 0,05$, Los resultados de la prueba no paramétrica Rho de Spearman revelaron una relación significativa de grado moderado y dirección positiva ($,529$), entre el tiempo de la estación total y el equipo de GPS diferencial ($p=0.000$). Sin embargo, se evidenció que la precisión de la estación total no guarda relación significativa con el GPS diferencial ($p=0.714$), además de evidenciar una posible relación negativa débil, es decir cuando un equipo arroja valores altos el otro equipo arroja valores ajustados, y viceversa. Por otro lado, se encontró que el costo de la estación total sí presenta diferencias significativas de dirección positiva, y perfecta ($p=0.000$, $Rho=1,000$). en comparación con el equipo de GPS diferencial. Estos hallazgos proporcionan una visión valiosa sobre las relaciones y diferencias entre estas variables clave en el estudio.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

Discusión 1.

Según (Ayala & Hasbun, 2012), en su estudio: “Aplicaciones y uso de la tecnología de GPS diferencial”, realizan un estudio de las distancias entre puntos consecutivos de la poligonal, utilizando GPS Diferencial y Estación Total. Los hallazgos de esta investigación se obtuvieron a través del levantamiento topográfico. confirman que, se pudo evidenciar, que existe una diferencia entre ambos equipos en las mediciones.

Discusión 2.

La tesis, ejecutado por (Ayala & Hasbun, 2012), llegaron a las siguientes conclusiones. A partir del GPS Diferencial con el empleo de equipo tradicional (Teodolito y Estación Total), se puede decir que existe un beneficio muy significativo en el rendimiento de trabajo y personal empleado con el equipo estación total.

Estos hallazgos están vinculados con los resultados derivados del levantamiento topográfico realizado con GPS Diferencial en esta investigación. Se observó que el tiempo requerido para realizar el trabajo de campo fue menor en comparación con el levantamiento topográfico utilizando la estación total tradicional. Sin embargo, las comparaciones en términos de costos y precisión resultaron ser completamente distintas.

Discusión 3.

(Hilario, 2013), en su informe de suficiencia, denominado “Estudio comparativo de levantamientos topográficos de obras viales mediante topografía convencional y GPS diferencial”, indican que ambos equipos son aplicables para los levantamientos Topográficos y están dentro de los límites y requisitos que el levantamiento topográfico requiere para proyectos de infraestructura vial.

En esta investigación, no guardan relación con la información obtenida por parte del investigador (Hilario, 2013), el levantamiento topográfico con estación total y GPS Diferencial, varían debido a las diferentes técnicas y metodologías implementadas., se recomienda que un GPS Diferencial sea utilizado para levantamiento de segundo orden, donde no requiere mucha precisión, como por ejemplo rellenos masivos, y para proyectos

de primer orden se recomienda la Estación total con una precisión de 1 segundo, para obras viales, aeropuertos y obras civiles entre otras especialidades de la ingeniería.

Discusión 4.

En la tesis “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con Estación total como modo directo y el uso de drones y GPS como modos indirectos” realizado por (Jiménez y otros, 2019), llevaron a cabo un análisis de los tiempos y costos asociados a cada sistema, concluyendo que el sistema topográfico tradicional es menos eficiente. Este requiere una inversión significativa en términos de costos, mano de obra y tiempo. Además, es altamente dependiente de la accesibilidad al área de estudio y presenta un alto riesgo laboral para el personal técnico encargado del levantamiento.

Los resultados de esta investigación no guardan relación con lo mencionado, ya que la estación total es más precisa por su angularidad al segundo, por los demás sí comparto sus conclusiones que tiene mayor costo, y demanda de más personal y tiempo.

CONCLUSIONES

De manera concluyente, los resultados derivados de este estudio demuestran que el Rho de Spearman es un instrumento competente para medir el grado de asociación entre la precisión y el tiempo tanto en la estación total como en el GPS diferencial. Los hallazgos obtenidos están intrínsecamente relacionados con la resolución de la investigación planteada, lo que ilustra la eficacia de las soluciones, la metodología y el marco empleados tanto en el trabajo de campo como en el análisis del gabinete. El software empleado ha sido un componente indispensable para la culminación exitosa de la investigación. Estos resultados proporcionan una valiosa contribución al campo del estudio y tienen implicaciones sustanciales para los esfuerzos de investigación futuros.

En el estudio realizado, no se halló una relación significativa entre la precisión de estos dos equipos, ya que el valor de la significancia bilateral de la prueba Rho de Spearman, fue igual a 0.714 mayor a 0.05, además demostrar una relación negativa o inversa entre variables. Esto indica que la precisión con el equipo de estación total se ajusta mejor en comparación con el GPS diferencial. Estos hallazgos son fundamentales para entender las ventajas y limitaciones de cada equipo en términos de precisión.

En la investigación realizada, se encontró una relación significativa entre el tiempo de medición con el equipo de estación total y el GPS diferencial, como lo indica una significancia de 0.000, menor a 0.005, y coeficiente de Rho Spearman igual 0,529, indicando que la relación es positiva de grado moderado. Estos hallazgos son fundamentales para entender las ventajas y limitaciones de cada equipo en términos de eficiencia temporal.

Se identificó relación entre los costos de equipos respaldado, con un valor de significancia bilateral de 0,000, y un coeficiente Rho de Spearman igual a 1,000, indicando que la relación es positiva perfecta. Por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación entre los costos de estos dos equipos.

Interpretación Conclusiones

Conclusión 1, Precisión:

Se concluye que los equipos utilizados en el proyecto de investigación, si bien es cierto, son equipos con tecnología con precisiones óptimas, de acuerdo con sus fichas técnicas, en ambos equipos se realizó la toma de información como muestra, en la misma área, se tomaron lecturas cada 5 metros longitudinalmente con una cantidad de 50 puntos en cada equipo; Estación total y GPS Diferencial. Se realizaron los cálculos correspondientes en gabinete, obteniendo un registro de ellos. (Ver Anexo 1), de esta forma se evidencia el equipo Topográfico Estación total es un equipo que tiene una mejor precisión en comparación del GPS diferencial tanto horizontal como vertical con una diferencia de 6 mm. En relación con el Norte y Este de la curvatura terrestre representado en la (Tabla 6, y Figura 7).

Conclusión 2, Tiempo:

Existe una diferencia de trabajo en relación con los dos equipos utilizados, la metodología empleada en la Estación Total es estacionar el equipo en un punto de estación conocido en este caso estación CH-09 con vistas a CH-08. (Ver tabla 4), esto conlleva un tiempo para poder instalar y nivelar dicho equipo, y luego de ello, el auxiliar de campo se dirige a un punto alejado, para dar vista donde se encuentra instalado la Estación Total, de esta forma pueda quedar Orientado con coordenadas reales, esta metodología se repite hasta tres veces para poder tener una lectura lo más próxima a la información proporcionada por la poligonal de apoyo, una vez ajustado el equipo y georreferenciado, luego de ello se da comienzo a las mediciones, en este caso se tomó dos días, este tipo de metodología es la más

empleada, esto provoca un desgaste de personal y tiempo el cual resta productividad al levantamiento.(Ver Anexo 11, Fig.11.12.13.14.15).

En relación con la metodología con el GPS Diferencial, es muy diferente, se instala la base en un punto geodésico certificado por el IGN – Instituto Geográfico nacional, (Ver Anexos: 3,5. Ficha CUS13205), una vez encendida la base se espera que los satélites se visualicen en la pantalla de la colectora, por lo menos se requiere 6 satélites, una vez inicializada la base inmediatamente, el topógrafo operador se dirige al área del levantamiento e inicia las mediciones y se registran en la colectora de forma automática previa configuración, y en 4 horas de trabajo con repeticiones en modo Tracking, se culminó el trabajo. De esta forma, se sustenta que el equipo GPS Diferencial es más versátil y práctico, pero puede perder autonomía, cuando el clima y se forman coberturas de nubes, y eso evitaría que los registros no sean precisos, para esta metodología empleada. (Ver Anexo 11, Fig. 16.17.18.19).

Conclusión 3, Costo:

La diferencia de costo de operación en relación con los dos equipos de topografía el personal empleado y logística, en el levantamiento, se basa al cálculo por Km/día, Para este análisis se tomó en consideración desde la verificación de la poligonal de apoyo, revisión de los puntos geodésicos y la nivelación de los BM, se utilizó la misma cantidad de cuadrillas por equipo de Topografía, el cual refleja que a más kilómetros por día la rentabilidad y producción del GPS es más óptima, ya que por su tipo de equipo con más tecnología, abarca más área y agilidad en los levantamientos, en cambio, en relación con la Estación total se requiere doble de personal para llegar a las metas de producción Km/día, ocasionado un doble costo en todos los servicios. El cálculo correspondiente a este costo operativo por el trabajo de investigación arrojó el siguiente cálculo en la Estación Total por dos días de trabajo, un total de 2,058.63 Soles (Ver Tabla 8, Fig.9), y para el GPS Diferencial de 1,781.41 (Ver Tabla 9, Fig.9).

Implicancias del estudio

IE-1: Mejora en la planificación y ejecución de proyectos de ingeniería civil: Los equipos topográficos son esenciales en la ingeniería civil, ya que permiten realizar

levantamientos topográficos antes, durante y después de la construcción de obras. Esto es crucial para la edificación de edificios, canales, puentes o carreteras.

IE-2: Seguimiento de la obra: Los equipos topográficos permiten hacer un seguimiento puntual de la obra para cumplir en tiempo y forma con la planificación y resultados. Además, permiten la corrección de errores y evitan discrepancias entre el proyecto y la obra.

IE-3: Elaboración de planos y cartas de navegación: Los equipos topográficos se utilizan para elaborar planos de superficies terrestres y trazar cartas de navegación para uso en el aire, tierra y mar. También se utilizan para establecer límites en terrenos de propiedad privada y pública:

REFERENCIAS

- Amaro, Celada, Perez, & Ruiz. (2012). Propuesta de una metodología de trabajo para mediciones topográficas y catastrales a partir de la tecnología actual y una herramienta de desarrollo propio en entorno CAD [Artículo Científico, Universidad de Jaen, España]. https://www.researchgate.net/publication/279979538_Propuesta_de_una_metodologia_de_trabajo_para_mediciones_topograficas_y_catastrales_a_partir_de_la_tecnologia_actual_y_una_herramienta_de_desarrollo_propio
- Ayala, A., & Hasbun, M. (2012). *Aplicaciones y uso de la tecnología de GPS diferencial de doble frecuencia con precisión centimétrica en el área de levantamiento y replanteo topográfico georreferenciado [Tesis para Título Profesional Ingeniero Civil, Universidad de El Salvador]*. Repositorio Institucional. https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1762/1/TESIS_DE_GPS_DIFERE
- Corredor, J. (2015). *Implementacion de modelos de elevacion obtenidos mediante topografia convencional y topografía con drones para el diseño geometrico de una vía en rehabilitacion sector tulua rio frio [Tesis Especializacion en Geomatica, Universidad Militar Nueva Granada]*. <http://hdl.handle.net/10654/7596>
- Delgadillo, E. (2013). *Manual de practicas de Campo, Calculo y Dibujo Topografico aplicado a la planimetria [Seminario obtencion Título de tecnico superior en Ingenieria civil con mencion en Topografia, Universidad Autonoma de Nicaragua]*. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/3707/1/94349.pdf>
- Diego, L. (2018). *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 [Disertacion previa Título Profesional, PUCE]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14611>
- Estrada, E., & Vargas, K. (2020). *Optimizacion ded procesos Topografico con la aplicacion de nuevas herramientas programadas en visual basic [Tesis Título Profesional en Ingenieria Civil, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/29073>
- Gasca, Jose G. (2001). Consideraciones para el diseño de redes geodesicas utilizando GPS [Revista Cartográfica; Mexico City N.º 72, (Jan-Jun 2001): 57-73]. <https://search.proquest.com/docview/236499980?accountid=45097>
- Hernandez, O. (2004). *Estadística Elemental para ciencias sociales*. Universidad de Costa Rica.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación, Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Hernández, R; Fernández, C; Batista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hilario, P. (2013). *Estudio comparativo de levantamientos topográficos de obras viales mediante topografía convencional y GPS diferencial [Informe de suficiencia para título Profesional en Ingeniería civil, Universidad de Ingeniería UNI*. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/15271>
- Instituto Geografico Nacional. (2016. 10 Junio). *Norma Técnica Geodesica, Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodesicos Verticales*. IGN/OGA/UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD Y NORMALIZACIÓN . <https://www.gob.pe/institucion/ign/informes-publicaciones/543965-norma-tecnica-especificaciones-tecnicas-para-levantamientos-geodesicos-verticales>
- Jiménez, N., Magaña, A., & Soriano, E. (2019). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos [Tesis para título profesional, Universidad del El Salvador]*. Repositorio Institucional. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20697>
- Monje, C. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa [Guía Didáctica]*. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/metodologia-de-la-investigacion/2011-monje-mi-cuantitativa-y-cualitativapdf-p-1/29151399>
- Montes, S., & Yelicich, R. (2012). *Estudio de metodologías Utilizadas en relevamientos y replanteos topográficos con destino a obra lineal [Tesis Título Profesional Ingeniero Agrimensor, Universidad de la República, Uruguay]* . https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/173190/mod_page/co
- Ochoa, M. (2021). *Presición en el Levantamiento Topográfico en el Estadio Huachenca para medir el Grado de Confiabilidad [Tesis para título Profesional en Ingeniería civil, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Ancash]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5599>
- Pachas, R. (2009). *El Levantamiento Topográfico uso GPS y Estación Total [Manual Levantamiento Topográfico, Universidad de los Andes, Venezuela]*. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30397/1/articulo3.pdf>
- Peña, S. (2017). *Análisis de Datos, Fundación universitaria área andina, Colombia. Bogotá*. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1177?show=full>

- Poma, L., Salcedo, E., Soria, E., & Briceño, D. (2021). *Investigacion Educativa: Tecnicas para el recojo y Analisis de la Informacion [Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado]*. PUCP, Se distribuye bajo una Licencia Creative Commons. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182800>
- Prado, G. (2019). *Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales en el Perú, año-2019 [Tesis Grado Maestro, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2556>
- Quispe, T. (2017). *Levantamiento Topográfico con estación total y un dron (UAV) eBee de Sensefly, para la demarcación del centro experimental Wayllapampa, Pacaycasa, Ayacucho [Tesis para Título Profesional Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2663>
- Sedano, F., & Pari, Rufo. (2018). *Ventajas en los levantamientos topograficos con el uso de vehiculos aereos no tripulados (UAV) [Trabajo de investigacion para obter el grado de bachiller, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/21067>
- Tacca, H. (2015). *Comparacion de resultados obtenidos de un levantamiento topografico utilizando la fotogrametria con drones al metodo tradicional [Tesis para obtener titulo profesional, Universidad nacional del antiplano]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3882>
- Urteaga, J. (2021). *Evaluacion Tecnica Economica del Levantamiento Topografico con Estacion Total, GPS Diferencial y Dron, para analisis Geometrico de carreteras baños del inca - otuzco, Cajamarca [Tesis para Título, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/30529>
- Villarreal. (2015). *Analisis de la presicion de levantamiento topograficos mediante el empleo de vehiculo no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos de control [Tesis para titulo profesional, Universidad Catolica de Loja]*. <https://hdl.handle.net/11537/22186>

	FICHA DE OBSERVACION	Pagina N° ET-01					
TESIS: "ANÁLISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA DE PRECISION Y TIEMPO ENTRE LA ESTACION TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS DE AREAS DE GRAN EXTENSION"							
DATOS INFORMATIVOS							
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES		JORGE JIMMY MANRIQUE MORENO					
UBICACIÓN LEVANTAMIENTO		DISTRITO CHINCHEROS, PROVINCIA URBAMBAMBA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO					
REFERENCIA DEL LEVANTAMIENTO		EJE MUESTRA PK. 1+500@1+620					
FECHA		22.04.2023					
TIPO DE LEVANTAMIENTO (Norma Técnica Geodésica IGN v1.0 Junio 2016 pg.61)							
DATOS DEL LEVANTAMIENTO							
TEMP.	P.ATMOSFERICA	SIST.WGS84 ZONA					
20°C	730	18S					
		EQUIPO DE CONTROL UTILIZADO					
		EQUIPO					
		EST.TOTAL					
		GPS.DIFERENCIAL					
		MARCA Y MODELO					
		LEICA MODELO TS10					
		N° ZONE					
		2216840					
		N° CERT. CALIBRAC.					
		EP 2021 ET 444					
		FECHA. CALIBRAC.					
		07.12.2021					
		05.08.2021					
ELEMENTOS DE CONTROL UTILIZADOS							
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	ERROR CIERRE (cm.)			ERROR HORIZONTAL ESTACION TOTAL (CM.)
ESTACION CH-09	8.518.096.460	817.031.819	3.704.235	NORTE	ESTE	ELEVACION	
ORIENTACION CH-08	8.518.294.622	816.933.328	3.704.290	0.005	0.004	0.007	0.006
LECTURA VISADA CH-08	8.518.294.627	816.933.332	3.704.287				
DATOS ENTRADOS DEL LEVANTAMIENTO COMPARACION							
ID.LEVANTAMIENTO	COORDINADAS DE PROYECTO PISTA ATERRIZAJE			LEVANTAMIENTO DE ESTACION TOTAL			DIFERENCIAS HORIZONTALES (cm.)
	NORTE	ESTE	ELEVACION	NORTE	ESTE	ELEVACION	
EJE 1+500	8.518.266.939	817.243.705	3716.589	8.518.266.943	817.243.709	3716.592	0.004
EJE 1+505	8.518.262.231	817.243.389	3716.642	8.518.262.238	817.243.385	3716.644	0.003
EJE 1+510	8.518.255.523	817.247.072	3716.223	8.518.257.527	817.247.075	3716.227	0.004
EJE 1+515	8.518.252.815	817.248.736	3716.545	8.518.252.821	817.248.739	3716.551	0.007
EJE 1+520	8.518.248.105	817.250.440	3716.899	8.518.248.109	817.250.445	3716.902	0.005
EJE 1+525	8.518.243.399	817.252.128	3716.222	8.518.243.402	817.252.137	3716.230	0.005
EJE 1+530	8.518.238.691	817.253.807	3716.000	8.518.238.694	817.253.810	3716.005	0.004
EJE 1+535	8.518.233.983	817.255.491	3716.775	8.518.233.985	817.255.493	3716.778	0.003
EJE 1+540	8.518.229.274	817.257.174	3716.911	8.518.229.278	817.257.177	3716.916	0.004
EJE 1+545	8.518.224.567	817.258.858	3717.023	8.518.224.569	817.258.864	3717.027	0.006
EJE 1+550	8.518.219.859	817.260.542	3717.545	8.518.219.863	817.260.546	3717.548	0.005
EJE 1+555	8.518.215.151	817.262.226	3717.641	8.518.215.153	817.262.230	3717.647	0.004
EJE 1+560	8.518.210.442	817.263.909	3716.971	8.518.210.449	817.263.913	3716.976	0.008
EJE 1+565	8.518.205.735	817.265.593	3716.882	8.518.205.739	817.265.598	3716.883	0.006
EJE 1+570	8.518.201.027	817.267.277	3716.778	8.518.201.029	817.267.280	3716.780	0.004
EJE 1+575	8.518.196.319	817.268.960	3716.779	8.518.196.320	817.268.963	3716.782	0.003
EJE 1+580	8.518.191.611	817.270.644	3717.001	8.518.191.615	817.270.651	3717.009	0.008
EJE 1+585	8.518.186.903	817.272.327	3717.229	8.518.186.908	817.272.329	3717.232	0.005
EJE 1+590	8.518.182.195	817.274.011	3717.545	8.518.182.197	817.274.019	3717.543	0.008
EJE 1+595	8.518.177.487	817.275.695	3717.868	8.518.177.490	817.275.698	3717.881	0.004
EJE 1+600	8.518.172.779	817.277.378	3717.001	8.518.172.782	817.277.384	3716.998	0.007
EJE 1+605	8.518.168.070	817.279.062	3716.548	8.518.168.075	817.279.085	3716.541	0.006
EJE 1+610	8.518.163.362	817.280.746	3716.222	8.518.163.365	817.280.749	3716.217	0.004
EJE 1+615	8.518.158.654	817.282.429	3716.777	8.518.158.658	817.282.433	3716.775	0.006
EJE 1+620	8.518.153.946	817.284.113	3716.852	8.518.153.948	817.284.115	3716.848	0.003




UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FICHA DE OBSERVACION				Pagina N° GD-01					
TESIS: "ANÁLISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA DE PRECISION Y TIEMPO ENTRE LA ESTACION TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS DE AREAS DE GRAN EXTENSION"											
DATOS INFORMATIVOS											
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES				JORGE JIMMY MANRIQUE MORENO							
UBICACION LEVANTAMIENTO				DISTRITO CHINCHEROS, PROVINCIA URUBAMBA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO							
REFERENCIA DEL LEVANTAMIENTO				EJE MUESTRA PK. 1+500@1+620							
FECHA				24.04.2022							
TIPO DE LEVANTAMIENTO (Norma Técnica Geodésica IGN v.1.0 Junio, 2016 pg.62)											
DATOS DEL LEVANTAMIENTO											
TEMP.		P.ATMOSFERICA		SIST. WGS84 ZONA		EQUIPO DE CONTROL UTILIZADO					
14°C		720		185		EQUIPO LEICA MODELO TS10 N°. SERIE 3316840 N°. CERT. CALIBRAC. EP 2021 ET 464 FECHA. CALIBRAC. 07.12.2021					
GPS/DIFERENCIAL LEICA MODELO GS18 3619407 GS-027 05.08.2021											
ELEMENTOS DE CONTROL UTILIZADOS											
PUNTO		NORTE		ESTE		ELEVACION					
BASE CUS13205		8,525,335.445		817,926.944		3753.297					
CH-08		8,528,294.622		816,933.328		3704.290					
LECTURA ROVER CH-08		8,528,294.640		816,933.341		3704.313					
ERROR CIERRE (cm.) NORTE 0.018 ESTE 0.013 ELEVACION 0.023 ERROR HORIZONTAL GPS DIFERENCIAL (CM.) 0.013											
DATOS EXTRAIDOS DEL LEVANTAMIENTO											
ID. LEVANTAMIENTO		COORDENADAS EJE PROYECTO PISTA ATERRIJAZE				COMPARACION		LEVANTAMIENTO EJE GPS DIFERENCIAL		DIFERENCIAS HORIZONTALES (cm.)	
		NORTE		ESTE		ELEVACION		NORTE		ESTE	
EJE 1+500		8,528,266.939		817,243.706		3716.589		8,528,266.955		817,243.715	
EJE 1+505		8,528,262.231		817,245.389		3716.442		8,528,262.235		817,245.399	
EJE 1+510		8,528,257.523		817,247.073		3716.223		8,528,257.538		817,247.080	
EJE 1+515		8,528,252.815		817,248.756		3716.545		8,528,252.825		817,248.765	
EJE 1+520		8,528,248.106		817,250.440		3716.809		8,528,248.115		817,250.444	
EJE 1+525		8,528,243.399		817,252.123		3716.222		8,528,243.410		817,252.125	
EJE 1+530		8,528,238.691		817,253.807		3716.000		8,528,238.700		817,253.811	
EJE 1+535		8,528,233.983		817,255.491		3716.775		8,528,233.998		817,255.485	
EJE 1+540		8,528,229.274		817,257.174		3716.911		8,528,229.280		817,257.185	
EJE 1+545		8,528,224.567		817,258.858		3717.023		8,528,224.575		817,258.868	
EJE 1+550		8,528,219.859		817,260.542		3717.545		8,528,219.869		817,260.545	
EJE 1+555		8,528,215.151		817,262.226		3717.642		8,528,215.160		817,262.232	
EJE 1+560		8,528,210.442		817,263.909		3716.973		8,528,210.452		817,263.910	
EJE 1+565		8,528,205.735		817,265.593		3716.882		8,528,205.742		817,265.600	
EJE 1+570		8,528,201.027		817,267.277		3716.775		8,528,201.035		817,267.283	
EJE 1+575		8,528,196.319		817,268.960		3716.779		8,528,196.325		817,268.965	
EJE 1+580		8,528,191.611		817,270.644		3717.003		8,528,191.617		817,270.655	
EJE 1+585		8,528,186.903		817,272.327		3717.229		8,528,186.913		817,272.333	
EJE 1+590		8,528,182.195		817,274.011		3717.545		8,528,182.200		817,274.021	
EJE 1+595		8,528,177.487		817,275.695		3717.889		8,528,177.490		817,275.710	
EJE 1+600		8,528,172.778		817,277.378		3717.003		8,528,172.785		817,277.387	
EJE 1+605		8,528,168.070		817,279.062		3716.548		8,528,168.080		817,279.067	
EJE 1+610		8,528,163.362		817,280.746		3716.222		8,528,163.368		817,280.752	
EJE 1+615		8,528,158.654		817,282.429		3716.777		8,528,158.662		817,282.437	
EJE 1+620		8,528,153.946		817,284.113		3716.892		8,528,153.952		817,284.125	

	FICHA DE OBSERVACION	Página N° ET-02					
TESIS: "ANÁLISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA DE PRECISION Y TIEMPO ENTRE LA ESTACION TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS DE AREAS DE GRAN EXTENSION"							
DATOS INFORMATIVOS							
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES		JORGE JIMMY MANRIQUE MORENO					
UBICACIÓN LEVANTAMIENTO		DISTRITO CHINCHEROS, PROVINCIA URUBAMBA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO					
REFERENCIA DEL LEVANTAMIENTO		EJE MUESTRA PK. 1+625@1+750					
FECHA		23.04.2022					
TIPO DE LEVANTAMIENTO (Norma Técnica Geodesica IGN.v1.0 Junio, 2016 pg.61)							
DATOS DEL LEVANTAMIENTO							
TEMP.	P. ATMOSFERICA	SIST. WGS84 ZONA					
20°C	720	185					
EQUIPO		EQUIPO DE CONTRA UTILIZADO					
MARCA Y MODELO		EST. TOTAL					
N° SERIE		LEICA MODELO TS10					
N° CERT. CALIBRAC.		3316840					
FECHA. CALIBRAC.		EP 2021 ET 464					
		07.12.2021					
ELEMENTOS DE CONTROL UTILIZADOS							
PUNTO	NORTE	ESTE					
ESTACION CH-09	8.518.096.460	817.051.819					
ORIENTACION CH-08	8.518.294.622	816.933.328					
LECTURA VISAGA CH-08	8.518.294.627	816.933.332					
ELEVACION	NORTE	ESTE					
3.704.235	0.005	0.004					
3.704.290	0.004	0.007					
3.704.297	ERROR CIERRE (cm.)						
		0.006					
DATOS EXTRAIDOS DEL LEVANTAMIENTO							
COMPARACION							
ID. LEVANTAMIENTO	COORDENADAS EJE PROYECTO PISTA ATERRIZAJE			LEVANTAMIENTO EJE ESTACION TOTAL			DIFERENCIAS HORIZONTALES (cm.)
	NORTE	ESTE	ELEVACION	NORTE	ESTE	ELEVACION	
EJE 1+625	8.518.149.238	817.285.796	3717.254	8.518.149.240	817.285.799	3717.256	0.004
EJE 1+630	8.518.144.530	817.287.480	3717.456	8.518.144.537	817.287.489	3717.462	0.009
EJE 1+635	8.518.139.822	817.289.164	3717.678	8.518.139.827	817.289.164	3717.678	0.005
EJE 1+640	8.518.135.115	817.290.848	3717.891	8.518.135.120	817.290.852	3717.898	0.006
EJE 1+645	8.518.130.407	817.292.531	3718.102	8.518.130.412	817.292.533	3718.106	0.005
EJE 1+650	8.518.125.698	817.294.215	3718.304	8.518.125.702	817.294.219	3718.309	0.006
EJE 1+655	8.518.120.990	817.295.898	3718.506	8.518.120.993	817.295.900	3718.510	0.005
EJE 1+660	8.518.116.282	817.297.582	3718.707	8.518.116.285	817.297.584	3718.711	0.004
EJE 1+665	8.518.111.574	817.299.265	3718.908	8.518.111.578	817.299.267	3718.912	0.004
EJE 1+670	8.518.106.866	817.300.949	3719.109	8.518.106.870	817.300.951	3719.113	0.005
EJE 1+675	8.518.102.158	817.302.633	3719.310	8.518.102.160	817.302.635	3719.314	0.005
EJE 1+680	8.518.097.450	817.304.316	3719.511	8.518.097.452	817.304.318	3719.515	0.005
EJE 1+685	8.518.092.742	817.306.000	3719.712	8.518.092.745	817.306.005	3719.716	0.009
EJE 1+690	8.518.088.034	817.307.684	3719.913	8.518.088.037	817.307.687	3719.917	0.004
EJE 1+695	8.518.083.326	817.309.367	3720.114	8.518.083.329	817.309.370	3720.118	0.004
EJE 1+700	8.518.078.618	817.311.051	3720.315	8.518.078.622	817.311.055	3720.319	0.006
EJE 1+705	8.518.073.910	817.312.735	3720.516	8.518.073.915	817.312.738	3720.520	0.006
EJE 1+710	8.518.069.202	817.314.418	3720.717	8.518.069.205	817.314.420	3720.721	0.004
EJE 1+715	8.518.064.494	817.316.102	3720.918	8.518.064.497	817.316.105	3720.922	0.004
EJE 1+720	8.518.059.786	817.317.786	3721.119	8.518.059.784	817.317.788	3721.123	0.003
EJE 1+725	8.518.055.078	817.319.469	3721.320	8.518.055.075	817.319.464	3721.324	0.006
EJE 1+730	8.518.050.370	817.321.153	3721.521	8.518.050.368	817.321.151	3721.525	0.003
EJE 1+735	8.518.045.662	817.322.836	3721.722	8.518.045.657	817.322.833	3721.726	0.005
EJE 1+740	8.518.040.954	817.324.520	3721.923	8.518.040.951	817.324.517	3721.927	0.004
EJE 1+745	8.518.036.246	817.326.203	3722.124	8.518.036.241	817.326.200	3722.128	0.006
EJE 1+750	8.518.031.538	817.327.887	3722.325	8.518.031.535	817.327.883	3722.329	0.005
CRUCIOS LEVANTAMIENTO:							

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FICHA DE OBSERVACION				Pagina N° GD-02	
TESIS: "ANÁLISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA DE PRECISIÓN Y TIEMPO ENTRE LA ESTACION TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS DE ÁREAS DE GRAN EXTENSION"							
DATOS INFORMATIVOS							
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES				JORGE JIMMY MANRIQUE MORENO			
UBICACIÓN LEVANTAMIENTO				DISTRITO CHINCHERO, PROVINCIA URBAMBA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO			
REFERENCIA DEL LEVANTAMIENTO				E.E. MUESTRA P.E. 14625@E1.P52			
FECHA				24.04.2022			
TIPO DE LEVANTAMIENTO (Norma Técnica Geodesica IGN.v1.0 Junio,2016 pg.61)							
DATOS DEL LEVANTAMIENTO							
TEMP.	P. ATMOSFERICA	SIST. WGS84 ZONA	EQUIPO		EQUIPO DE CONTROL UTILIZADO		GPS DIFERENCIAL
14°C	720	18S	MARCA Y MODELO	LEICA MODELO TS10	LEICA MODELO TS10		LEICA MODELO GS18
			N. SERIE		3316840		3619407
			N. CERT. CALIBRAC.		EP 2021 ET 468		05-027
			FECHA. CALIBRAC.		07.12.2021		05.08.2021
ELEMENTOS DE CONTROL UTILIZADOS							
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	ERROR CIERRE (cm.)		ERROR HORIZONTAL GPS DIFERENCIAL (CM.)	
				NORTE	ESTE	ELEVACION	
BASE CUS13205	8,515,335.445	817,926.344	3753.297	0.018	0.013	0.023	0.033
CH-06	8,518,294.622	816,933.528	3704.290				
LECTURA ROVER CH-08	8,518,294.640	816,933.341	3704.313				
DATOS EXTRAIDOS DEL LEVANTAMIENTO							
COMPARACION							
ID. LEVANTAMIENTO	COORDENADAS E.E. PROYECTO POSTA ATERRIZAJE			LEVANTAMIENTO E.E. GPS DIFERENCIAL			DIFERENCIAS HORIZONTALES (cm.)
	NORTE	ESTE	ELEVACION	NORTE	ESTE	ELEVACION	
E.E. 1+625	8,518,149.288	817,285.796	3717.254	8,518,149.295	817,285.808	3717.260	0.014
E.E. 1+630	8,518,144.530	817,287.600	3717.406	8,518,144.540	817,287.487	3717.406	0.013
E.E. 1+635	8,518,139.822	817,280.164	3717.678	8,518,139.830	817,280.175	3717.685	0.014
E.E. 1+640	8,518,135.115	817,290.848	3717.333	8,518,135.125	817,290.855	3717.343	0.012
E.E. 1+645	8,518,130.407	817,292.511	3716.972	8,518,130.418	817,292.539	3716.980	0.014
E.E. 1+650	8,518,125.698	817,294.215	3716.564	8,518,125.708	817,294.221	3716.575	0.013
E.E. 1+655	8,518,120.990	817,295.898	3716.433	8,518,120.990	817,295.915	3716.434	0.017
E.E. 1+660	8,518,116.282	817,297.582	3716.657	8,518,116.293	817,297.588	3716.665	0.013
E.E. 1+665	8,518,111.574	817,299.265	3716.863	8,518,111.582	817,299.275	3716.871	0.013
E.E. 1+670	8,518,106.866	817,300.949	3716.563	8,518,106.878	817,300.956	3716.978	0.015
E.E. 1+675	8,518,102.158	817,302.633	3717.313	8,518,102.165	817,302.640	3717.345	0.010
E.E. 1+680	8,518,097.450	817,304.316	3717.452	8,518,097.463	817,304.320	3717.465	0.012
E.E. 1+685	8,518,092.742	817,306.000	3717.556	8,518,092.755	817,306.010	3717.570	0.016
E.E. 1+690	8,518,088.034	817,307.684	3717.687	8,518,088.045	817,307.693	3717.692	0.013
E.E. 1+695	8,518,083.326	817,309.367	3717.864	8,518,083.335	817,309.374	3717.870	0.011
E.E. 1+700	8,518,078.618	817,311.051	3718.006	8,518,078.629	817,311.057	3718.020	0.011
E.E. 1+705	8,518,073.910	817,312.735	3718.264	8,518,073.920	817,312.740	3718.275	0.011
E.E. 1+710	8,518,069.202	817,314.418	3718.021	8,518,069.210	817,314.425	3718.035	0.011
E.E. 1+715	8,518,064.494	817,316.102	3717.875	8,518,064.505	817,316.110	3717.890	0.014
E.E. 1+720	8,518,059.786	817,317.786	3717.878	8,518,059.798	817,317.801	3717.895	0.015
E.E. 1+725	8,518,055.078	817,319.469	3717.664	8,518,055.080	817,319.480	3717.662	0.011
E.E. 1+730	8,518,050.370	817,321.153	3717.433	8,518,050.381	817,321.163	3717.435	0.014
E.E. 1+735	8,518,045.662	817,322.836	3717.321	8,518,045.665	817,322.825	3717.325	0.011
E.E. 1+740	8,518,040.954	817,324.520	3717.026	8,518,040.960	817,324.525	3717.025	0.008
E.E. 1+745	8,518,036.246	817,326.203	3716.975	8,518,036.250	817,326.215	3716.983	0.011
E.E. 1+750	8,518,031.538	817,327.887	3716.512	8,518,031.542	817,327.895	3716.515	0.009
ENCUENTRO LEVANTAMIENTO:							
							

ANEXO N 2

Instrumentos utilizados en la investigación Fichas certificadas IGN – Instituto Geográfico Nacional



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE

0. DATOS GENERALES:

Preparado por: Departamento de Procesamiento Geodésico
 Realizado: 30 de noviembre de 2020
 Versión: 3.1.0

1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:

Nombre: Cusco
 Código Nacional: CS01
 Código Internacional: 42235M001
 Inscripción: Placa de bronce
 Orden de la estación: "0"
 Fecha de monumentación: 20 de julio de 2010



2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:

Departamento: Cusco
 Provincia: Cusco
 Distrito: Wanchaq
 Ubicación de la estación: Plan MERISS del Gobierno Regional de Cusco

CROQUIS DE UBICACIÓN




FECHA: 21/04/2021 13:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-011914 CS01 1 | 4



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000
--------------------------------------	-------------------------------

3.1. GEODÉSICAS:

Latitud (S)	Longitud (O)
13°31'27.32009"	71°57'45.34163"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
3410.0430	1.000871242128

3.2. CARTESIANAS

X (m)	Y (m)	Z (m)
1921528.2810	-5900745.4758	-1482655.4930

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
179291.7309	8502947.3663
Zona: 19 Sur	

4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo: NET R8 TRIMBLE, Doble frecuencia
 N° de serie: 4906K34484
 Versión del firmware: 4.41
 Fecha de instalación: 20 de julio de 2010
 Ubicación del receptor: El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada en la pared, ubicado en la oficina de informática de la mencionada institución.

4.2. ANTENA:

Modelo: Zephyr Geodetic Model 2 (L1,L2) Trimble
 N° de serie: 1440929389
 Cubierta protectora: con domo
 Medición de la antena: ARP (Base de soporte de la antena)
 Altura de la antena: 0.0750 m
 Fecha de instalación: 20 de julio de 2010
 Ubicación de la antena: La antena está instalada sobre un tubo cilíndrico de acero de 30 cm de alto y 6 pulgadas de diámetro, ubicada en el techo de la mencionada institución.

FECHA: 21/04/2021 13:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-011914

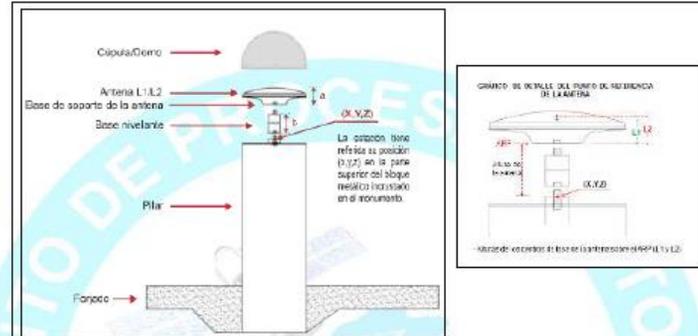
CS01 2 | 4



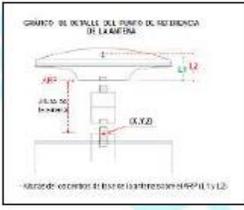
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



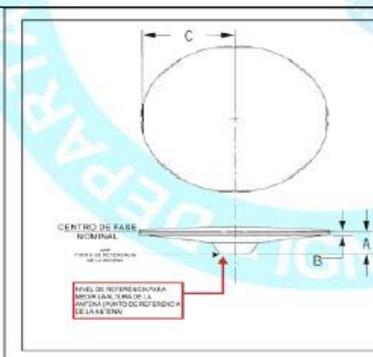
La estación tiene referida su posición (O, Y, Z) en el punto superior del bloque metálico incrustado en el monumento.



GRANDE: DETALLE DEL PUNTO DE REFERENCIA DE LA ANTENA

a = 8.54 cm	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
b = 7.50 cm	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA



DIMENSIONES		DESCRIPCIÓN	
A	2804 T 1	8.54 CM	PARTE SUPERIOR DE LA ANTENA (PUNTO DE COMPENSACIÓN DE FASE NOMINAL)
B	0292 F 1	0.60 CM	PARTE SUPERIOR DE LA ANTENA (PUNTO DE COMPENSACIÓN DE FASE NOMINAL)
C	5571 T 1	16.98 CM	DIÁMETRO DE LA ANTENA (EN EL CENTRO DE LA ANTENA)



Trimble
ZEPHYR GEODETTIC 2
ANTENA GNSS (TRIMBLE)

DIAGRAMA DEL NIVEL DE REFERENCIA DE LA ANTENA
EL CENTRO DE FASE NOMINAL ES EL NIVEL DE REFERENCIA PARA LAS CORRECCIONES DE FASE DE LA ANTENA TRIMBLE.

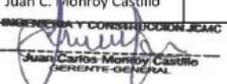
FECHA: 21/04/2021 13:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-011914

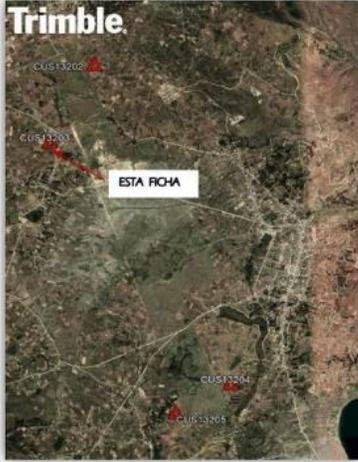
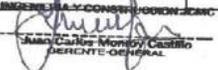
CS01 3 | 4

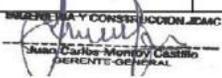
	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO		
Área de mantenimiento:	DPG	
Área de control:	DPG	
Área de procesamiento:	DPG	
Observables:	L1, L2, C1, P2	
Intervalo de registro:	5 seg	
Máscara de elevación:	5°	
Archivo diario:	24 HRS	
Formato de archivo nativo:	*T01	
Datos para el procesamiento:	06 al 19 de septiembre de 2020	
Tipo de órbita:	Efemérides precisas finales	
Archivo procesado:	Rinex 2.11	
Software de procesamiento:	Gamit / Globk V 10.71	
Procesador y analista GNSS:	Lic. Franklin Maylle Gamarra	
Revisado por:	CAP. EP. Rogger Montoya Monroy	
7. CONTACTOS		
Oficina:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Dirección:	Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú	
Teléfono:	4759960 / 4753030 Anexo 120	
Correo:	cpg@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe	
Web site:	http://209.45.65.186/rastreo_permanente	
		
FECHA: 21/04/2021 13:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-011914		CS01 414

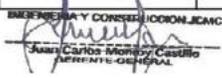
ANEXO 3

Fichas descripción Monográficas Puntos geodésicos.

		AREA DE GEODESIA DESCRIPCION MONOGRAFICA	
Contorcio CHINCHERO			
NOMBRE: CUS13202	CODIGO: CUS13202	LOCALIDAD: HUAYLLABAMBA	ESTABLECIDO POR: CONSORCIO CHINCHERO
UBICACION: DENTRO DE PROYECTO CHINCHERO		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE	
LATITUD (S) WGS-84 S13°22'17.24439"	LONGITUD (W) WGS-84 W72°04'24.22003"	NORTE (N) WGS-84 8519912.114 m.	ESTE (E) WGS-84 817010.418 m.
ALTURA ELIPSOIDAL 3787.841 m.		ELEVACION (EGM2008) 3741.923 m.	ZONA UTM 18 SUR
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO			
C			
CROQUIS TOPOGRAFICO 		IMAGEN DE RASTREO DE PUNTO 	
		IMAGEN DEL DISCO 	
DESCRIPCION: El punto se encuentra monumentado en un hito de concreto de 40 X 40 X 60 cm, se incrusta una placa de Bronce, según especificaciones del IGN, el hito esta ubicado dentro de la propiedad de PROYECTO CHINCHERO, el proyecto se encuentra en la Ciudad de Chinchero en la pista asfaltada Cusco - Urubamba, a 29 km de la ciudad del Cusco.			
REFERENCIA:		CS01 ESTACIONES DE RASTREO PERMANENTE - INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL	
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	JEFE PROYECTO:	FECHA:
Juan C. Monroy Castillo	Edward Cabrera Castillo	Deog - Woo KWON	MAYO - 2021
 Juan Carlos Monroy Castillo DIRECTOR GENERAL			

HYUNDAI HV		ÁREA DE GEODESIA	
CONSORCIO CHINCHERO		DESCRIPCION MONOGRAFICA	
NOMBRE: CUS13203	CODIGO: CUS13203	LOCALIDAD: CHINCHERO	ESTABLECIDO POR: CONSORCIO CHINCHERO
UBICACION: DENTRO DE PROYECTO CHINCHERO		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE	
LATITUD (S) WGS-84 S13°22'50.10701"	LONGITUD (W) WGS-84 W72°04'41.65249"	NORTE (N) WGS-84 8518907.618 m.	ESTE (E) WGS-84 816473.551 m.
ALTURA ELIPSOIDAL 3793.723 m.		ELEVACION (EGM2008) 3747.837 m.	ZONA UTM 18 SUR
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO C			
CROQUIS TOPOGRAFICO		IMAGEN DE RASTREO DE PUNTO	
			
		IMAGEN DEL DISCO	
			
DESCRIPCION:			
El punto se encuentra monumentado en un hito de concreto de 40 X 40 X 60 cm, se incrusto una placa de Bronce, según especificaciones del IGN, el hito esta ubicado dentro de la propiedad de PROYECTO CHINCHERO, el proyecto se encuentra en la Ciudad de Chinchero en la pista asfaltada Cusco - Urubamba, a 29 km de la ciudad del Cusco.			
REFERENCIA:		CS01	
ESTACIONES DE RASTREO PERMANENTE - INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	JEFE PROYECTO:	FECHA:
Juan C. Monroy Castillo	Edward Cabrera Castillo	Deog - Woo KWON	MAYO - 2021
 JUAN C. Monroy Castillo DIRECTOR GENERAL			

		AREA DE GEODESIA DESCRIPCION MONOGRAFICA	
NOMBRE: CUS13204	CODIGO: CUS13204	LOCALIDAD: CHINCHERO	ESTABLECIDO POR: CONSORCIO CHINCHERO
UBICACION: DENTRO DE PROYECTO CHINCHERO		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE	
LATITUD (S) WGS-84 S13°24'33.11328"	LONGITUD (W) WGS-84 W72°03'30.42912"	NORTE (N) WGS-84 8515714.164 m.	ESTE (E) WGS-84 818580.478 m.
ALTURA ELIPSOIDAL 3780.205 m.		ELEVACION (EGM2008) 3734.272 m.	ZONA UTM 18 SUR
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO C			
CROQUIS TOPOGRAFICO 		IMAGEN DE RASTREO DE PUNTO 	
		IMAGEN DEL DISCO 	
DESCRIPCION: El punto se encuentra monumentado en un hito de concreto de 40 X 40 X 60 cm, se incrusto una placa de Bronce, según especificaciones del IGN, el hito esta ubicado dentro de la propiedad de PROYECTO CHINCHERO, el proyecto se encuentra en la Ciudad de Chinchero en la pista asfaltada Cusco - Urubamba, a 29 km de la ciudad del Cusco.			
REFERENCIA:		CS01	
ESTACIONES DE RASTREO PERMANENTE - INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	JEFE PROYECTO:	FECHA:
Juan C. Monroy Castillo	Edward Cabrera Castillo	Deog - Woo KWON	MAYO - 2021
 INGENIERIA Y CONSTRUCCION JEMC Juan Carlos Monroy Castillo AGENCIA GENERAL			

		AREA DE GEODESIA DESCRIPCION MONOGRAFICA	
CONSORCIO		CHINCHERO	
NOMBRE: CUS13205	CODIGO: CUS13205	LOCALIDAD: CHINCHERO	ESTABLECIDO POR: CONSORCIO CHINCHERO
UBICACION: DENTRO DE PROYECTO CHINCHERO		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE	
LATITUD (S) WGS-84 513°24'45.67850"	LONGITUD (W) WGS-84 W72°03'52.00266"	NORTE (N) WGS-84 8515335.445 m.	ESTE (E) WGS-84 817926.344 m.
ALTURA ELIPSOIDAL 3799.207 m.		ELEVACION (EGM2008) 3753.297 m.	ZONA UTM 18 SUR
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO			
C			
CROQUIS TOPOGRAFICO 		IMAGEN DE RASTREO DE PUNTO 	
		IMAGEN DEL DISCO 	
DESCRIPCION: El punto se encuentra monumentado en un hito de concreto de 40 X 40 X 60 cm, se incrusto una placa de Bronce, según especificaciones del IGN, el hito esta ubicado dentro de la propiedad de PROYECTO CHINCHERO, el proyecto se encuentra en la Ciudad de Chinchero en la pista asfaltada Cusco - Urubamba, a 29 km de la ciudad del Cusco.			
REFERENCIA:			
CS01 ESTACIONES DE RASTREO PERMANENTE - INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	JEFE PROYECTO:	FECHA:
Juan Q. Monroy Castillo	Edward Cabrera Castillo	Deog - Woo KWON	MAYO - 2021
			

ANEXO 4

Comprobantes Pago Información Geodésica IGN – Instituto Geográfico Nacional para el postproceso de los Equipos topográficos Utilizados en el Levantamiento.

Datos de Cliente			Datos de la Factura		
Ciente : INGENIERIA Y CONSTRUCCION JCMC S.R.L. Direccion : JR. YUPANQUI NRO. SN (CTDO IGLESIA TESTIGO DE JEHOVA C2P) CUSCO Ruc N° : 20601564697			Fecha de Emision : 21 Abril 2021 N° Interno : 0000001536 Forma de Pago : DEPOSITO - DEPOSITO Tipo de Moneda : SOLES		
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	B-07-01-00052	DATA ERP WANCHAQ DIGITAL DVD	1	101.19	101.19
02	B-07-01-00102	FICHA TECNICA DE ERP WANCHAQ COPIA PAPEL	1	98.90	98.90
DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 10/100 SOLES					
					SUB TOTAL VENTA S/ 200.08
					ANTICIPOS : S/ 0.00
					DESCUENTOS : S/ 0.00
					VALOR VENTA : S/ 0.00
					ISC S/ 0.00
					IGV S/ 18% 36.02
					OTROS CARGOS : S/ 0.00
					OTROS TRIBUTOS : S/ 0.00
					IMPORTE TOTAL : S/ 236.10
 Usuario : 20601564697 Clave : 0000008263 Ingrese al link http://app.ign.gob.pe/documentoelectronicos Vendedor : rBROCCAS Cobrado Por : jBROCCAB Hora Impresion : 09:31:34a.m.			Esta es una representacion impresa N° NOTA VENTA : 000002091 ERP CS01 - WANCHAQ FECHA: 20/04/2021 RUVIALINGENIEROS@GMAIL.COM		
			Efectos fiscales al pago		

 <p>INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL AV. ARAMBURU 1184 ZONA SURQUILLO LIMA - LIMA TELEFONO : 226-7067 EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm</p>		FACTURA ELECTRONICA			
		RUC :20301053623 F001-012066			
Datos de Cliente		Datos de la Factura			
Cliente : INGENIERIA Y CONSTRUCCION JCMC S.R.L. Direccion : JR. YUPANQUI NRO. SN (CTDO IGLESIA TESTIGO DE JEHOVA C2P) CUSCO Ruc N° : 20601564697		Fecha de Emision : 3 Mayo 2021 N° Interno : 0000001690 Forma de Pago : DEPOSITO Tipo de Moneda : SOLES			
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	S-01-03-00690	CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO - OC3 ORDEN "C" <small>CUSCO - URCUBAMERCHINCHERO UBIGEO: 081302</small>	4	260.76	1,043.04
MIL DOSCIENTOS TREINTA CON 80/100 SOLES					
					SUB TOTAL VENTA S/ 1,043.05
					ANTICIPOS : S/ 0.00
					DESCUENTOS : S/ 0.00
					VALOR VENTA : S/ 0.00
					ISC S/ 0.00
					IGV S/ 18% 187.75
					OTROS CARGOS : S/ 0.00
					OTROS TRIBUTOS : S/ 0.00
					IMPORTE TOTAL : S/ 1,230.80
 Usuario : 20601564697 Clave : 0000008263 Ingrese al link http://app.ign.gob.pe/documentoelectronicos Vendedor : rBROCCAS Cobrado Por : jBROCCAB Hora Impresion : 10:34:07a.m.			Esta es una representacion impresa N° NOTA VENTA : 000002292 ALEXANDER_CATT@HOTMAIL.COM Efectos fiscales al pago		

ANEXO 5

Certificados Puntos geodésicos Emitidos Por IGN – Instituto Geográfico Nacional.




INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES

CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico CUS13202 y habiendo verificado el resultado obtenido por el **CONSORCIO CHINCHERO**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		CUS13202	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	817010.418 m	LATITUD	13°22'17.24439" S
NORTE	8519912.114 m	LONGITUD	72°04'24.22003" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3787.841 m

Datos Generales:

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): URUBAMBA - CUSCO
- ESTACIÓN GNSS BASE: CUSCO (CS01) - 2020
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: ABRIL 2021
- NÚM. CORRELATIVO: 1139 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF

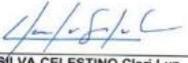


Lima, 13 de mayo de 2021



800000001622





SILVA CELESTINO Clari Luz
TTE EP
Subdirectora de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAJARRO QUINTO JHONATAN JESUS

COMPETENCIA
La certificación del punto geodésico y el resultado obtenido, no certifica ni define límites de propiedad o posesión, tampoco jurisdiccional, política y administrativa.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **CUS13203** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **CONSORCIO CHINCHERO**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		CUS13203	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	816473.551 m	LATITUD	13°22'50.10701" S
NORTE	8518907.618 m	LONGITUD	72°04'41.65249" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3793.723 m

Datos Generales:

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): URUBAMBA - CUSCO
- ESTACIÓN GNSS BASE: CUSCO (CS02) - 2020
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: ABRIL 2021
- NÚM. CORRELATIVO: 1140 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF



Lima, 13 de mayo de 2021



000000001572





SILVA CELESTINO Clari Luz
TTE EP
Subdirectora de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAJARRO QUINTO JHONATAN JESUS

COMPETENCIA
La certificación del punto geodésico y el resultado obtenido, no certifica ni define límites de propiedad o posesión, tampoco jurisdiccional, política y administrativa.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **CUS13204** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **CONSORCIO CHINCHERO**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		CUS13204	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	818580.478 m	LATITUD	13°24'33.11328" S
NORTE	8515714.164 m	LONGITUD	72°03'30.42912" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3780.205 m

Datos Generales:

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): URUBAMBA - CUSCO
- ESTACIÓN GNSS BASE: CUSCO (CS03) - 2020
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: ABRIL 2021
- NÚM. CORRELATIVO: 1141 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF



Lima, 13 de mayo de 2021



80000001522





SILVA CELESTINO Clari Luz
TTE EP
Subdirectora de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAJARRO QUINTO JHONATAN JESUS

COMPETENCIA
La certificación del punto geodésico y el resultado obtenido, no certifica ni define límites de propiedad o posesión, tampoco jurisdiccional, política y administrativa.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **CUS13205** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **CONSORCIO CHINCHERO**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		CUS13205	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	817926.344 m	LATITUD	13°24'45.67850" S
NORTE	8515335.445 m	LONGITUD	72°03'52.00266" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3799.207 m

Datos Generales:

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): URUBAMBA - CUSCO
- ESTACIÓN GNSS BASE: CUSCO (CS04) - 2020
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: ABRIL 2021
- NÚM. CORRELATIVO: 1142 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF

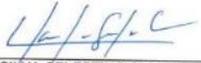


Lima, 13 de mayo de 2021



888898881622





SILVA CELESTINO Clarí Luz
TTE EP
Subdirectora de Certificaciones

EVALUADO POR: SOS EP NAJARRO QUINTO JHONATAN JESUS

COMPETENCIA
La certificación del punto geodésico y el resultado obtenido, no certifica ni define límites de propiedad o posesión, tampoco jurisdiccional, política y administrativa.

ANEXO 6

Certificados de calibración Equipo Topográfico Estación Total.

LA EMPRESA, EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, "EMEI PERU" OTORGA:



Certificado de Calibración

EP 2021 ET 444

USUA/EMPRESA: **CONSORCIO CHINCHERO** DNI/AUC: 20607561487

DIRECCION: AV. CAMINO REAL 1282 INT 503 SANTA ISABEL SAN ISIDRO LIMA FECHA: 07/32/2021 17:37

EQUIPO/MARCA: ESTACION TOTAL **LEICA** MODELO: **T510 R500** SERIE: 3316840

EN CUMPLIMIENTO A LAS NORMAS TECNICAS DEL FABRICANTE Y LA NORMA DIN 18723 SEGUN LOS STANDARES INTERNACIONALES

RESULTADOS DE LA VERIFICACION Y CALIBRACION		FINAL	
VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO		COMPEN. X 00'04"	X 00'00"
		Y 00'05"	Y 00'01"
		DEVIACION LASER 0.0mm 0.0mm	
PRUEBA FINAL DE MEDICION DISTANCIOMETRO			
DIST. PATRON [m]	DIST. INSTR. [m]	DEVIACION [m]	
200.937	200.936	-0.001	

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO ESTA CALIBRADO (DIN 18723)

EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, CERTIFICA EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18723, SEGUN EL ESTANDAR INTERNACIONAL ESTABLECIDO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INSTRUMENTO SEGUN EL FABRICANTE

Precisión del Distanciómetro:	Precisión Angular:	1"	Rango medición con prisa:	400m
Medición con prisma: 1.5mm+2.0ppm x D	Lectura Mínima:	1"/5"/10"	Rango medición sin prisa:	850
Medición sin prisma: 2.0mm+2.0ppm x D	Retículo:	iluminado	Tiempo de medición:	1.0s
Constante Estadística:	Puntero Laser:	SI	Rango de temperatura:	-20 a 50 °C
Telescopio Imagen Directa:	Plomada Laser:	SI	Método:	Absoluto
Pantalla:	Luz guía:	SI	Memoria Interna:	100.000 med

RESULTADOS DE VERIFICACION Y AJUSTES DEL INSTRUMENTO

PANEL DE CONTROL		BASE NIVELANTE		TELESCOPIO	
CONDICION FISICA:	OK	CONDICION FISICA/MECANICA:	OK	IMAGEN DEL TELESCOPIO:	OK
FUNCIONES DEL TECLADO:	OK	NIVEL CIRCULAR:	OK	RETICULA:	OK
MARCA DEL TECLADO:	OK	TORNILLO NIVELANTE:	OK	ENFOQUE DEL TELESCOPIO:	OK

MECANICA DEL EQUIPO		REVISION Y PRECISION		ESTADO VISIBLE DEL INSTRUMENTO	
ASAS:	OK	PERPENDICULARIDAD:	OK	COLOR:	OK
SERVO GIRO HORIZONTAL HZ:	OK	INCLINACION RETICULA:	OK	LIMPIEZA:	OK
SERVO GIRO VERTICAL V:	OK	PLOMADA LASER:	OK	ESTADO FISICO Y MECAN:	OK
AUTO LOCK:	OK	PUNTERO LASER:	OK		

PATRON DE MEDIDAS ANGULARES			MEDICIONES DE PATRON		
ANGULO HORIZONTAL HZ:	00°00'00"	Der.: 180°00'00"	ANGULO (HZ):	00°00'00"	180°00'00"
ANGULO VERTICAL V:	90°00'00"	180° 270°00'00"	ANGULO (V):	90°00'00"	270°00'00"
ANGULO DE ELEVACION:	60°00'00"	180° 300°00'00"	ROTACION:	180°00'00"	360°00'00"
ANGULO DE DEPRESION:	120°00'00"	180° 240°00'00"			





Emei Perú
Equipos Mecánicos e Ingeniería Perú SRL

SERVICIO TÉCNICO
CALIDAD, GARANTÍA Y PRECISIÓN

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO			
	INICIAL	Rot. Der.	FINAL
ANGULO HZ:	00°00'00"		180°00'03"
ANGULO V:	90°00'00"	Rot.	270°00'16"
MUÑONES V:	120°00'00"	Rot.	240°00'05"
MUÑONES HZ:	00°00'00"	Rot.	180°00'05"

VALOR A CORREGIR			
	GRADOS MINUTOS SEGUNDOS		
ANGULO HZ:	00	00	03
ANGULO V:	00	00	16
MUÑONES V:	00	00	05
MUÑONES HZ:	00	00	05

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			
	INICIAL	Rot. Der.	FINAL
ANGULO HZ:	00°00'00"		180°00'00"
ANGULO V:	90°00'00"	Rot.	270°00'01"
MUÑONES V:	120°00'00"	Rot.	240°00'00"
MUÑONES HZ:	00°00'00"	Rot.	180°00'00"
COMPEN. X:	00'04"	X =	00'00"
COMPEN. Y:	00'05"	Y =	00'01"

PRECISION ANGULAR		
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
= 00	00	1"
= 00	00	1"

DESVIACION ANGULAR FINAL		
ANGULO HZ:	Δ	00
ANGULO V:	Δ	01
MUÑONES V:	Δ	00
MUÑONES HZ:	Δ	00

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MEDICION, SE ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO Y CALIBRADO, SEGUN NORMA DIN 18723

REVISION Y CALIBRACION DEL DISTANCIOMETRO				
DISTANCIA INICIAL (m)	DISTANCIA PATRON (m)	ERROR A CORREGIR (mm)	DISTANCIA FINAL (m)	DESVIACION FINAL (mm)
60.376	60.371	-0.005	60.37	-0.001
120.819	120.814	-0.005	120.813	-0.001
200.941	200.937	-0.004	200.936	-0.001

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACION Y VERIFICACION

Lugar: Taller de Servicio Técnico de EMEI PERU

Temperatura: Promedio de 15 grados C con variación de +/- 5 grados C. Humedad Relativa de 30% con variación de +/- 5%

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACION

Equipo utilizado: Set de Colimadores marca Samwei Deruite Serie N°2016-1111, con Certificación de calidad emitido en Enero del 2021

Como patrón: Teodolito Mecánico Wild modelo T1A, Serie N° 95453, con Certificado de Calibración N° 2021-003
Nivel Automático Topcon modelo AT82, Serie N° 90837, con Certificado de Calibración N° 2021-004
Micrometro de placas paralelas Sokkia modelo OMS, con Serie N° 700560.

Parámetros: Colimador Samwei modelo W420-3T con telescopios de 32x cuyo retículo enfocado de cerca y al infinito con ajuste micrométrico consta de 03 tubos cada uno con cuadruple retículo en plataforma fija, con distancia de enfoque infinito, distancia focal de 420mm, apertura efectiva de 45mm y 2" de campo de visión, que es revisado periódicamente por un Teodolito Wild T1A precisión 1", y con método de lectura directa inversa y referenciado con un nivel Automático Topcon Modelo AT-82 de 32x con Micrómetro de Placas Paralelas Sokkia de Precisión 0,35mm, nivelación doble de 1 Km.

FECHA DE CALIBRACION: 07/12/2021

NOTAS

ESTE INSTRUMENTO ANTES DE SALIR DEL LABORATORIO TECNICO HA SIDO EVALUADO, VERIFICADO, CALIBRADO Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO. EL EQUIPO DESCRITO A SIDO VERIFICADO Y CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS POR EL FABRICANTE DETALLADO EN EL MANUAL DE USUARIO DE LA MARCA. LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO, SON VALIDOS UNICAMENTE PARA DICHO INSTRUMENTO CALIBRADO Y SE REFEREN AL MOMENTO Y CONDICIONES DE LABORATORIO. ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO Y TRASLADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACION Y TRANSPORTE.

ENTREGUE CONFORME

RECOMENDACION

El instrumento calibrado se utiliza dentro de las especificaciones de la fabrica, normas y procedimientos todos los datos se agrupan que la próxima calibración se debe de ser después de la fecha de fecha 08/06/2022



SERVICIO TÉCNICO
FECHA: 07 / 12 / 2021



Rubén Hermosa Gonzales
GERENTE




COMPRA PRODUCTOS SELECCIONADOS CON CONTROL DE CALIDAD

GARANTIA, REPUESTOS Y SERVICIO TECNICO LOCAL

MARCA REGISTRADA POR EMEI PERU

ESTACIONES TOTALS, TEODOLITOS, NIVELES AUTOMATICOS, NIVEL DIGITAL

NIVEL LASER, DISTANCIOMETROS, ACCESORIOS EN GENERAL



Av. Los Inca 955 Of. 208 Wanchaq Cusco
www.emeperu.com/tecnic
Cel. 978 4994342944 - RUC 984526102

ANEXO 7

Certificados de calibración Equipo Topográfico GPS Diferencial.



ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERÚ SAC
 RUC: 20557845667
 Calle Bolívar 472 Of. 101 Miraflores - Lima, Perú
 Telf.: (01) 334 8044 / Cel.: +51 999 919 674
 www.grupoacre.com

GPS - 01

CERTIFICADO DE VERIFICACION DEL SISTEMA GPS

N° de Certificado :GS-027
 Expedido a : GLOBAL SIC

Fecha Calibración: 05/08/2021
 Fecha próxima calibración: 05/08/2022

EQUIPOS

Marca: LEICA Modelo: GS 18 T N° de serie: 3819407

Tipo: GPS DIFERENCIAL

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE

	POST PROCESO		TIEMPO REAL(RTK)		DGPS
	*Horizontal	* Vertical	*Horizontal	* Vertical	
RECEPTOR GNSS BASE	3 mm + 0.6 mm	+ 0.5 ppm	10 mm + 1 ppm	20 mm + 1 ppm	25 cm EMC
RECEPTOR GNSS ROVER	3 mm + 0.6 mm	+ 0.5 ppm	10 mm + 1 ppm	20 mm + 1 ppm	

El receptor GNSS Leica GS18 T, cuyo número de serie 3819407 ha sido revisado por ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERU S.A.C. y ha pasado todos los controles, según las normas habituales, especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en post proceso y tiempo real. Se encuentra en perfectas condiciones de uso a fecha de hoy según el documento.

PATRON UTILIZADO
 Receptor Master GNSS Leica GS15; GPS: L1/L2C, GLONAS: L1/L2, RTK, con software de postproceso Leica Infinity.

Nota
 Los receptores antes mencionados cuentan con las últimas tecnologías aplicadas a los sistemas GNSS, los cuales son reconocidos en el Perú por su precisión y eficiencia en los trabajos.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
 Acre Surveying Solutions Perú S.A.C.



www.grupoacre.com



ACRE
SURVEYING SOLUTIONS

ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERÚ SAC
RUC: 20557845667
Calle Bolívar 472 Of. 101 Miraflores - Lima, Perú
Telf.: (01) 334 8044 / Cel.: +51 999 919 674
www.grupoacre.com

05 de Agosto del 2021

CERTIFICADO N°027 DE VERIFICACION DEL SISTEMA GPS

El equipo GPS con GS18 T de LEICA cuyo número de serie es el 3619407 ha sido revisado por ACRE SUVERYING SOLUTIONS PERU SAC y ha pasado todos los controles, según normas habituales y se encuentran en perfectas condiciones de uso, a fecha de hoy según documento. Próxima revisión 05 de Agosto del 2022.

ACRE SUVERYING SOLUTIONS PERU SAC



OK
Revisado Recient
ACRE
SURVEYING SOLUTIONS

www.grupoacre.com



ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERÚ SAC
RUC: 20557845667
Calle Bolívar 472 Of. 101 Miraflores - Lima, Perú
Telf.: (01) 334 8044 / Cel.: +51 999 919 674
www.grupoacre.com

Base

CERTIFICADO DE VERIFICACION DEL SISTEMA GPS

N° de Certificado :GS-028
Expedido a : GLOBAL SIC

Fecha Calibración: 05/08/2021
Fecha próxima calibración: 05/08/2022

EQUIPOS

Marca: LEICA Modelo: GS 18 T N° de serie: 3619413

Tipo: GPS DIFERENCIAL

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE

	POST PROCESO		TIEMPO REAL(RTK)		DGPS
	*Horizontal	* Vertical	*Horizontal	* Vertical	
RECEPTOR GNSS BASE	3 mm + 0	6 mm + 0.5 ppm	10 mm + 1 ppm	20 mm + 1 ppm	25 cm EMC
RECEPTOR GNSS ROVER	3 mm + 0	6 mm + 0.5 ppm	10 mm + 1 ppm	20 mm + 1 ppm	

El receptor GNSS Leica GS18 T, cuyo número de serie3619413 ha sido revisado por ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERU S.A.C. y ha pasado todos los controles, según las normas habituales, especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en post proceso y tiempo real. Se encuentra en perfectas condiciones de uso a fecha de hoy según el documento.

PATRON UTILIZADO
Receptor Master GNSS Leica GS15; GPS: L1/L2C, GLONAS: L1/L2, RTK, con software de postproceso Leica Infinity.

Nota
Los receptores antes mencionados cuentan con las últimas tecnologías aplicadas a los sistemas GNSS, los cuales son reconocidos en el Perú por su precisión y eficiencia en los trabajos.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime convenientes.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
Acre Surveying Solutions Perú S.A.C.



www.grupoacre.com



ACRE SURVEYING SOLUTIONS PERÚ SAC
RUC: 20557845667
Calle Bolívar 472 Of. 101 Miraflores - Lima, Perú
Telf.: (01) 334 8044 / Cel.: +51 999 919 674
www.grupoacre.com

05 de Agosto del 2021

CERTIFICADO N°028 DE VERIFICACION DEL SISTEMA GPS

El equipo GPS con GS18 T de LEICA cuyo número de serie es el 3619413 ha sido revisado por ACRE SUVERYING SOLUTIONS PERU SAC y ha pasado todos los controles, según normas habituales y se encuentran en perfectas condiciones de uso, a fecha de hoy según documento. Próxima revisión 05 de Agosto del 2022.

ACRE SUVERYING SOLUTIONS PERU SAC



www.grupoacre.com

ANEXO 8

Fichas Técnicas Equipo Topográfico Estación Total.

Leica FlexLine TS10 Estación total manual



FlexLine





LEICA FLEXLINE TS10 ESTACIÓN TOTAL MANUAL

- **Trabaje más rápido:** Mida más puntos al día gracias a mediciones y procedimientos de replanteo más rápidos, respaldados por el revolucionario software de campo Leica Captivate. El software está hecho para hacer su trabajo más fácil y agradable.
- **Utilízela sin problemas:** Aumente la productividad y minimice el tiempo de inactividad confiando en instrumentos que funcionan y que además cuentan con una red global de servicio y asistencia.
- **Elija productos que se construyen para durar:** Incluso después de años de uso en condiciones difíciles (como barro, polvo, lluvia, calor y frío extremos), FlexLine sigue funcionando con el mismo nivel de calidad.
- **Controle su inversión:** Fiabilidad, rapidez y precisión garantizan una menor inversión a lo largo de la vida útil del producto y un mayor valor de reventa.
- **Ahorre tiempo con AutoHeight:** Esta revolucionaria función permite a la estación total manual FlexLine TS10 medir, leer y ajustar automáticamente la altura del instrumento. Los errores se minimizan y se agiliza el proceso de estacionamiento en obra.

La estación total manual Leica FlexLine TS10 combina un diseño ergonómico y fácil de usar con una alta fiabilidad en condiciones difíciles. Le permite conectarse al moderno flujo de datos en 3D, incluyendo la codificación y el trabajo en línea mejorados. TS10 ofrece la opción de la integración con dispositivos de datos móviles. La pantalla táctil y a color más grande y visible le ayuda a completar sus tareas topográficas con la mayor rapidez y precisión. La nueva generación de estaciones totales manuales FlexLine se basa en un concepto de producto probado que ha revolucionado el mundo de la topografía y la medición durante casi 200 años.



leica-geosystems.com



- when it has to be **right**



Leica FlexLine TS10



Leica FlexLine TS10

MEDICIÓN ANGULAR		
Precisión H2 y V	Absoluto, continuo, diametra ¹	1" / 2" / 3" / 5"
	<ul style="list-style-type: none"> Más precisión / Una vez: 0,1" (0,1 mgon) Compensación de cuádruple eje Configuración de precisión del compensador²: 0,5" / 1" / 1,5" Alcance del compensador: +/- 4' Resolución del nivel electrónico: 2" Sensibilidad del nivel esférico: 6 / 2 mm 	✓
Medición de distancias		
Alcance	<ul style="list-style-type: none"> Prisma (GPR1, GPH1P): 1,5 m a 3,500 m Prisma GPR1 (modo de largo alcance) > 10.000 m Sin Prisma / A cualquier superficie R500³ R1000³ 	✓
Precisión / Tiempo de Medición	<ul style="list-style-type: none"> Normal (a prisma) Más preciso / Una vez: 1 mm + 1,5 ppm (normalmente 2,4 s) Una vez y Rápido: 2 mm + 1,5 ppm (normalmente 2 s) De forma continua: 3 mm + 1,5 ppm (normalmente < 0,15 s) Promedio: 1 mm + 1,5 ppm Modo de largo alcance / > 4 km: 5 mm + 2 ppm (normalmente 2,5 s) Sin Prisma / A cualquier superficie 0 m - 500 m: 2 mm + 2 ppm (normalmente 3 - 6 s) > 500 m: 4 mm + 2 ppm (normalmente 3 - 6 s) 	✓
Tamaño del punto láser	<ul style="list-style-type: none"> A 30 m: 7 mm x 10 mm A 50 m: 8 mm x 20 mm A 100 m: 16 mm x 25 mm 	✓
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> Aumento: 30x Poder de resolución: 3" Alcance de enfoque: 1,55 m/5,06 ft al infinito Campo visual: 1°30' / 1,66 gon / 2,7 m a 100 m 	✓
GENERAL		
Pantalla y teclado	<ul style="list-style-type: none"> 5" (pulgadas), 800 x 480 píxeles WVGA, color y táctil 25 teclas⁴ 37 teclas, incluyendo teclas de función⁵ Segundo teclado Tecla de iluminación 	✓
Manejo	<ul style="list-style-type: none"> Accionamientos para H2 y V Pulsador de activación, deslizable por el usuario con 2 funciones 	✓
Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> Batería Intercambiable Li-Ion⁶ Autonomía de uso con GEB361 Autonomía de uso con GEB331 Tiempo de carga con Cargador CKL341 para GEB361 / GEB331 Cargador CKL311 para GEB361 / GEB331 Tensión de fuente de alimentación externa Tensión nominal: 13,0 V CC y 16 W máx. 	hasta 18 h hasta 9 h 3 h 30 min / 3 h 6 h 30 min / 3 h 30 min
Almacenamiento de datos	<ul style="list-style-type: none"> Memoria interna: 2 GB Flash Tarjeta de memoria: Tarjeta SD 1 GB o 8 GB Memoria USB: 1 GB TI OMAP4430 1GHz Dual-core ARMv8 Cortex™ A9 MPCore™ Sistema operativo - Windows EC7 	✓
Procesador	<ul style="list-style-type: none"> RS232⁷, dispositivo USB 	✓
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> Bluetooth⁸, WLAN⁹ Cobertura lateral de datos móviles: LTE-Módem para acceso a Internet 	✓
Luces Guía de Replanteo (EGL)	<ul style="list-style-type: none"> Rango de trabajo: 5 m a 150 m Precisión en la posición: 5 cm a 100 m Longitud de onda rojo/infrarrojo: 617 nm / 593 nm 	(R1000)
Piomada Láser (Laserclass 2)	<ul style="list-style-type: none"> Precisión Desviación de la línea de la piomada: 1,5 mm a una altura del instrumento de 1,5 m Diámetro del punto láser: 2,5 mm a una altura del instrumento de 1,5 m 	✓
Módulo AutoHeight para la medición automática de la altura de los instrumentos (Laserclass 2)	<ul style="list-style-type: none"> Precisión Precisión en la distancia: 1,0 mm (1 sigma) Alcance: 0,7 m a 2,7 m 	✓
Peso	<ul style="list-style-type: none"> Rango de temperaturas de trabajo: -20 °C a +50 °C Versión Arctic: -35°C a +50 °C 	4,4 - 4,9 kg
Especificaciones ambientales¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> Polen / Agua (IEC 60529) / Humedad: IP66 / 95 %, sin condensación Estándar militar 810C, método 506.5 	✓

Legenda:
 1. 1" (0,3 mgon), 2" (0,6 mgon), 3" (1 mgon), 5" (1,5 mgon)
 2. Precisión angular / Configuración de precisión del compensador: "1", "0,5", "0,2 mgon", 2", "0,5"
 (0,2 mgon), 3", "1,0" (0,3 mgon), 5", "1,5" (0,5 mgon)
 3. R500: Gónc Kodak 90% reflectante (1,5 m a > 500 m), gónc Kodak 18% reflectante (1,5 m a > 200 m)
 4. R1000: Gónc Kodak 90% reflectante (1,5 m a > 1000 m), gónc Kodak 18% reflectante (1,5 m a > 500 m)
 5. 1st Case I estándar, caso II opcional, 3rd Case II opcional, caso II opcional
 6. Medición de distancia (ángulo cada 30 segundos)
 7. LEMO-O de 5 pines para alimentación, comunicación y transferencia de datos.
 8. Para la comunicación y la transferencia de datos.
 9. Para el acceso a Internet, la comunicación y la transferencia de datos, el alcance de WLAN es de hasta 200 m.
 10. Temperatura de almacenamiento: -40°C a +70°C

⚠️ Radiación láser: evitar la exposición directa a los ojos.
 Láser clase 3R de acuerdo con IEC 60825-1:2014.

Las marcas registradas de Bluetooth[®] son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. Windows es una marca registrada de Microsoft Corporation. Otras marcas y nombres comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.

Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Suiza. Todos los derechos reservados.
 Impreso en Suiza - 2018. Leica Geosystems es parte de Heugon. 876738a-01.19

Leica Geosystems AG
 Heinrich-Wild-Strasse
 9435 Heerbrugg, Suiza
 +41 71 727 31 31

- when it has to be right



ANEXO 9

Fichas Técnicas Equipo Topográfico GPS Diferencial.

Leica GS18 I

Especificaciones Técnicas



Innovador

El Leica GS18 I es un equipo RTK GNSS preciso y fácil de usar. Utiliza tecnología de posicionamiento visual altamente innovadora que se basa en la integración perfecta de GNSS, IMU y cámara. Además, permite medir puntos con precisión topográfica en imágenes, tanto sobre el terreno como en la oficina. Cree nubes de puntos a partir de los datos capturados en Infinity para ampliar aún más las posibilidades.

Rápido

Diseñado para medir de forma eficiente una gran cantidad de puntos. El Leica GS18 I permite capturar imágenes y medir cientos de puntos en tan solo unos minutos. No es necesario llegar físicamente al punto para medirlo, lo que reduce el tiempo invertido sobre el terreno y disminuye el número de revisiones; una vez que se ha capturado el sitio, puede medir todos los detalles que desee.

Versátil

El poder de la imagen ha cambiado las reglas del juego. Al tener la posibilidad de medir lo que ve, ahora puede llegar a lugares a los que antes no podía sin cambiar herramientas o evitar obstáculos. Esto le ofrece flexibilidad en campo, hace más eficiente el trabajo y supone un incremento real de la productividad en sus proyectos, lo que en definitiva se traduce en un aumento de los beneficios.

leica-geosystems.com

PART OF HEXAGON

f in t v

- when it has to be right

Leica
Geosystems

Leica GS18 I



TECNOLOGÍA GNSS

GNSS inteligente	Leica RTKplus SmartLink (servicio de corrección global) SmartLink Fill (servicio de corrección global)	Selección de satélites adaptable de forma automática Posicionamiento preciso (3 cm 2D) ¹ , convergencia inicial con precisión absoluta típica en 18 min, reconvergencia menos de 1 min Suple la conexión RTK en caso de interrupción durante un máximo de 10 min (3 cm 2D) ¹
Leica SmartCheck	Verificación continua de la solución RTK	Fiabilidad del 99,99 %
Seguimiento de satélites	GPS / GLONASS Galileo / BeiDou QZSS / NavIC SBAS / Banda L	L1, L2, L2C, L5 / L1, L2, L2C, L3 ² E1, E5a, E5b, AltBOC, E6 ³ / B1I, B1C, B2I, B2a, B3I L1, L2C, L5, L6 ⁴ / L5 WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN / TerraStar
Número de canales		555 (más señales, adquisición rápida, alta sensibilidad)
Compensación de inclinación	Mayor productividad y trazabilidad de las mediciones	Sin necesidad de calibración, inmune a campos magnéticos

IMÁGENES

Cámara	Sensor/Campo de visión (Hz, V)/Frecuencia de imagen	Obturador global con 1.2 MP/80°, 60°/20 Hz
Captura de grupos de imágenes	Velocidad de captura de 2 Hz	Máximo tiempo de captura: 60 s, tamaño aprox. de un grupo de imágenes 50 MB
Nube de puntos	Software Leica Infinity	Calcula nubes de puntos de un grupo de imágenes

RENDIMIENTO DE MEDICIÓN Y PRECISIONES¹

Tiempo de inicialización	Normalmente 4 segundos	
Tiempo Real cinemático (De acuerdo con la norma ISO17123-8 standard)	Línea base individual Red RTK	Hz 8 mm + 1 ppm/V 15 mm + 1 ppm Hz 8 mm + 0.5 ppm/V 15 mm + 0.5 ppm
Compensación de inclinación en movimiento en tiempo real	Puntos topográficos (puntos no para control)	Incertidumbre adicional de Hz máx. 8 mm + 0.4 mm/m ² hasta 30° de inclinación
Postproceso	Estático (fase) con observaciones largas Estático y estático rápido (fase)	Hz 3 mm + 0.1 ppm/V 3,5 mm + 0.4 ppm Hz 3 mm + 0.5 ppm/V 5 mm + 0.5 ppm
Código diferencial	DGNSS	Hz 25 cm / V 50 cm
Medición de puntos de la imagen	Medición mediante un clic sobre el terreno/ en la oficina	Normalmente 2 cm a 4 cm (2D) ¹ , en una distancia de 2 m a 10 m respecto al objeto

COMUNICACIONES

Puertos de comunicaciones	Lemo / Bluetooth® / WLAN	USB y serie RS232/Bluetooth® v2.1 + EDR, clase 1.5/802.11 b/g para la comunicación del controlador de campo solamente
Protocolos de Comunicación	Protocolos de datos RTK Salida NMEA Red RTK	Leica 4C, Leica, CMR, CMR+, RTCM 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 MSM NMEA 0183 v4.00 E v4.10 y propiedad de Leica VRS, FKP, IMAx, MAC (RTCM SC 104)
Módem LTE incorporado	Bandas de frecuencia LTE Bandas de frecuencia UMTS Bandas de frecuencia GSM	Pentabanda (20, 8, 3, 7, 1)/Pentabanda (13, 17, 5, 4, 2) ² Tribanda (900/1800/2100 MHz)/Tribanda (1700/1900/2100 MHz) ³ Banda dual (900/1800 MHz)/Cuatribanda (850/900/1800/1900 MHz) ⁴
Módem UHF incorporado ⁵	Recibir y transmitir radio UHF	Entre 403 y 473 MHz, espaciado entre canales 12.5 kHz, 20 kHz, 25 kHz, máx. 1 W de potencia de salida hasta 28.800 bps en el aire

GENERAL

Controlador de campo y software	Softwares Leica Captivate	Controlador de campo Leica CS20 LTE, tablet Leica CS35
Interfaz de usuario	Botones y LEDs Web server	Botones de encendido/apagado y de función, 8 LEDs de estado Información de estado completa y opciones de configuración
Registro de datos	Almacenamiento Tipo de datos y tasa de registro	Tarjeta SD extraíble (8 GB) Datos brutos GNSS Leica y datos RINEX de hasta 20 Hz
Alimentación	Fuente de alimentación interna Alimentación externa Autonomía de trabajo ⁶	Batería de Li-Ion intercambiable (2.8 Ah / 11.1 V) 12 V de CC nominal, rango 10.5 - 26.4 V de CC. 7 h de recepción de datos RTK con radio UHF interna, 5 h de transmisión de datos RTK con radio UHF interna, 6 h de recepción/transmisión de datos RTK con módem interno
Peso y dimensiones	Peso Dimensiones	1,25 kg/3,55 kg RTK estándar en modo rover configurado en bastón 173 mm x 73 mm x 108 mm
Especificaciones ambientales	Temperatura Caidas Protección contra agua, arena y polvo Vibración Humedad Golpes en funcionamiento	de -30 a +50 °C en el funcionamiento con cámara, de -40 a +65 °C en el funcionamiento sin cámara, de -40 a +85 °C almacenado Soporta golpes sobre bastón de 2 m en superficies duras IP66 / IP68 (IEC60529 / MIL STD 810G CHC-1 510.6 I / MIL STD 810G CHC-1 506.6 E, MIL STD 810G CHC-1 512.6 I) Soporta fuertes vibraciones (ISO9022-36-08 / MIL STD 810G 514.6 Cat.24) 95 % (ISO9022-13-06 / ISO9022-12-04 / MIL STD 810G CHC-1 507.6 B) 40 g/15 a 23 msec (MIL STD 810G 516.6 I)

1. La precisión de la medición, exactitud, fiabilidad y tiempo de inicialización dependen de varios factores como el número de satélites, tiempo de observación, condiciones atmosféricas, multipath, etc. Las condiciones propiamente suaves aseguran condiciones de normal a favorables. Las condiciones complejas de BeiDou y Galileo aumentarán aún más el rendimiento de medición y precisión.
2. GLONASS L3, QZSS L6 y Galileo E6 se proporcionarán a través de una futura actualización de firmware.
3. Compatibilidad con NavIC L5 incorporada y se proporcionará a través de una futura actualización de firmware.
4. Versión NMEA solamente.
5. Solo variante UHF de GS18 I.
6. Podría variar con la temperatura, la edad de la batería, la potencia de transmisión del dispositivo de enlace de datos.

Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Suiza. Todos los derechos reservados. Impreso en Suiza - 2020.
Leica Geosystems es parte de Hexagon. 90076Doc - 02.20

Leica Geosystems AG
Heinrich-Wild-Strasse
9435 Heerbrugg, Suiza
+41 71 727 31 31

- when it has to be right

ANEXO 10

Validación Juicio de Expertos.



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL

TABLA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

Título/grados:

Ph.D.....	()
Doctor.....	()
Magister.....	(X)
Licenciado.....	()
Ingeniero.....	()

Universidad en que Labora: Universidad Privada del Norte

Fecha: 18-04-2022

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

"ANALISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA DE PRECISION Y TIEMPO ENTRE LA ESTACION TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS DE AREAS DE GRAN EXTENSION"

El Instrumento de medicion pertenece a la variable Independiente (Equipos Topograficos)
Dependiente (Levantamiento del terreno)

Mediante la tabla de evaluacion de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, lo exhortamos en la correccion de los items, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre las inteligencias multiples.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Si	No	
1	¿El instrumento de medicion presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recoleccion de datos tiene relacion con el titulo de investigacion?	X		
3	¿En el instrumento de recoleccion de datos se mencionan las variables de investigacion?	X		
4	¿El instrumento de recoleccion de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigacion?	X		
5	¿El instrumento de recoleccion de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redaccion de la preguntas tiene un sentido coherente?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medicion se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medicion facilitara el analisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medicion?	X		
10	¿El instrumento de medicion sera accesible a la poblacion sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medicion es claro, preciso y sencillo de rsponder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
	Total			

SUGERENCIAS:

Firma del experto: 
Ing. Gonzalo Hugo Díaz García



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERIA CIVIL

TABLA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Ing. Wiston H. Azañedo Medina

Título/grados:

Ph.D.....	()
Doctor.....	()
Magíster.....	(X)
Licenciado.....	()
Ingeniero.....	()

Universidad en que Labora: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Fecha: 27.04.22

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

"ANÁLISIS CORRELACIONAL EN LA INFLUENCIA DE PRECISION Y TIEMPO ENTRE LA ESTACION TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN LEVANTAMIENTOS DE AREAS DE GRAN EXTENSION"

El Instrumento de medicion pertenece a la variable Independiente (Equipos Topograficos)
Dependiente (Levantamiento del terreno)

Mediante la tabla de evaluacion de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, lo exhortamos en la correccion de los items, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre las inteligencias multiples.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Si	No	
1	¿El instrumento de medicion presenta el diseño adecuado?	/		
2	¿El instrumento de recoleccion de datos tiene relacion con el titulo de investigacion?	/		
3	¿En el instrumento de recoleccion de datos se mencionan las variables de investigacion?	/		
4	¿El instrumento de recoleccion de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigacion?	/		
5	¿El instrumento de recoleccion de datos se relaciona con las variables de estudio?	/		
6	¿La redaccion de la preguntas tiene un sentido coherente?	/		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medicion se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	/		
8	¿El diseño del instrumento de medicion facilitara el analisis y procesamiento de datos?	/		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medicion?	/		
10	¿El instrumento de medicion sera accesible a la poblacion sujeto de estudio?	/		
11	¿El instrumento de medicion es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	/		
Total				

SUGERENCIAS:

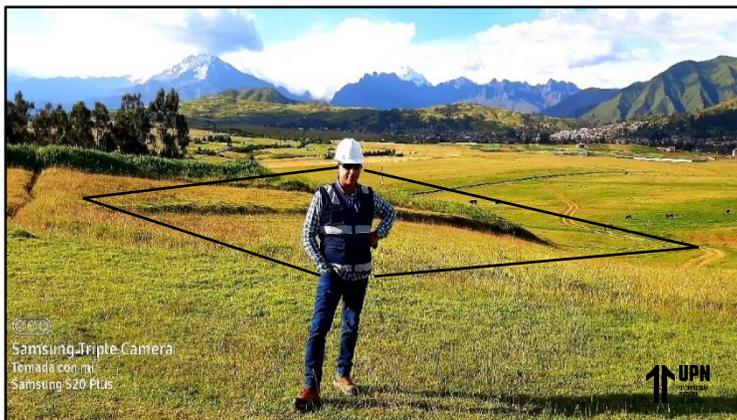
Firma del experto: 
Ing. Wiston H. Azañedo Medina

ANEXO 11

Evidencias Fotográficas Sector de la investigación

Figura 15

Perímetro del sector de la investigación.



Nota. Área delimitada color negro, del sector de la Investigación 62,498.391 m²

Figura 16

Instalación Estación Total



Nota. instalación la estación total, en un punto de poligonal de apoyo.

Figura 17
Configuración Estación Total



Nota. Estación Total Puesta en Orientación, lista para iniciar Levantamiento.

Figura 18
Inicio Levantamiento Estación Total.



Nota. Tomando lecturas en el área de la investigación.

Figura 19
Área Levantamiento



Nota. Inicio levantamiento con el seccionamiento previo al área de la investigación.

Figura 20
Registro Información Estación Total



Nota. Se muestra en la pantalla de la Estación total el registro de toda información medida con respecto al área.

Figura 21
Instalación de Base GPS



Nota. instalación de la base GPS en un punto geodésico certificado

Figura 22
Inicialización Base Geodésica



Nota. inicialización de la base repetidora amarrada a la base permanente de rastreo ubicada en el gobierno regional del Cusco con el código CS01.

Figura 23

Inicio Levantamiento con GPS Diferencial con Rover



Nota. topógrafo tomando los registros en el eje del área de la muestra debidamente trazada, dicho Rover está conectada a una base geodésica

Figura 24

Colectora GPS Diferencial



Nota. coleccionadora táctil con toda la información que va tomando el topógrafo en tiempo real, dicho colector esta emparejado con la base instalada en el punto CUS13205.

Figura 25
Nivelación de BMs.



Nota. Limitaciones en la Toma de lectura de cada punto de apoyo.

Figura 26
Nivelación geométrica



Nota. Nivelación de cada punto de apoyo para una mejor toma de información