



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



COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE DISTANCIAS
VERTICALES Y HORIZONTALES MEDIANTE UNA
CALIBRACIÓN DE OBRA PARA LA POLIGONAL ABIERTA EN
LA CARRETERA DESVÍO ISLA ESTEVES – MILLOJACHI, PUNO
TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JULIO CESAR ALFONTE TARQUI

Bach. GABRIEL FORTUNATO ZAPANA CHIPANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE
DISTANCIAS VERTICALES Y HORIZONT
ALES MEDIANTE UNA CALIBRACIÓN DE
OB**

AUTOR

**JULIO CESAR ALFONTE TARQUI, GABRIE
L FORTUNATO ZAPANA CHIPANA**

RECuento DE PALABRAS

30673 Words

RECuento DE CARACTERES

144734 Characters

RECuento DE PÁGINAS

159 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 15, 2024 11:44 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 15, 2024 11:46 AM GMT-5

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



Valentino Condori Apaza
Valentino CONDORI APAZA
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPITA - FCA



Jorge Luis Aroste Villa
Ing. Jorge Luis Aroste Villa
INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR
INGENIERO CIVIL
CIP. 86757



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Sr. Oscar Alfonte Arocutipa, Sra. Julia Tarqui Limachi, y Sra. Nora Pancaya, por el soporte económico. También a mi pareja Piedad y a mi amado hijo Cesar Emiliano. Quienes han brindado su apoyo incondicional en cada paso de mi vida. Esto no habría sido posible sin su amor y sacrificio.

Julio Cesar Alfonte Tarqui



DEDICATORIA

Con el corazón lleno de agradecimiento, quiero dedicar esta tesis:

A mis padres, Oscar y Nilia, quienes con su paciencia, amor y apoyo me permitieron lograr una de mis metas. Me enseñaron la importancia del esfuerzo desde mis primeros pasos, y gracias por enseñarme que con perseverancia se puede lograr lo que uno se propone, y de no tener miedo a las dificultades porque sé que Dios siempre está conmigo. A mi hermana Naty quien ha sido mi compañera y mi aliada, tu capacidad de ver siempre lo mejor en mí y tu inquebrantable apoyo me ha inspirado a seguir adelante. Gracias por tus risas, tus consejos. A toda mi familia por sus palabras y consejos me hicieron una mejor persona.

A Guadalupe del Carmen quien ha llenado mi vida de motivación y amor. Tu confianza en mí y palabras de ánimos para lograr nuestras metas.

A todos mis amigos y amigas que me brindaron su apoyo, que han compartido risas y desafíos, recordándome que nunca estoy solo en este camino. Gracias a todos.

Gabriel Fortunato Zapana Chipana



AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a la Universidad Nacional del Altiplano, en particular a la Facultad de Ciencias Agrarias y a nuestra querida Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, por brindarnos una formación educativa sólida que nos ha permitido lograr esta meta.

Agradecemos especialmente al Dr. Jorge Luis Aroste Villa, por su valiosa orientación y respaldo durante el desarrollo de esta tesis. De igual manera agradecemos a todos los docentes de nuestra escuela, quienes han contribuido significativamente a nuestra formación con su dedicación y profesionalismo.

Finalmente, queremos expresar nuestra gratitud a todos aquellos que han contribuido de una manera u otra a la realización de esta tesis. Su ayuda ha sido muy apreciado.

Julio Cesar y Gabriel Fortunato



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4.1. Hipótesis general	22
1.4.2. Hipótesis específica.....	23
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos	23



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.1.1.	Antecedentes globales	24
2.1.2.	Antecedentes nacionales	25
2.1.3.	Antecedentes locales	27
2.2.	MARCO TEÓRICO	29
2.2.1.	Topografía	29
2.2.2.	Geodesia	29
2.2.3.	Planimetría	31
2.2.3.	Altimetría	31
2.2.4.	Nivelación trigonométrica.....	31
2.2.5.	Nivelación taquimétrica	32
2.2.6.	Nivelación geométrica	32
2.2.7.	Nivelación satelital GNSS.....	33
2.2.8.	Error de cierre	34
2.2.9.	Tolerancia del error de cierre	34
2.2.10.	Compensación de nivelación.....	35
2.2.11.	Poligonales	36
2.2.12.	Medición de distancias	38
2.2.13.	Medición angular	38
2.2.14.	Geodesia espacial	40
2.2.15.	GNSS	40
2.2.15.1.	Características fundamentales.....	40
2.2.15.2.	Métodos de posicionamiento GNSS	41



2.2.15.3. Relativo-estático-fase-postproceso	42
2.2.15.4. RTK real time kinematic	42
2.2.16. Sistema WGS 84	42
2.2.17. Línea base.....	43
2.2.18. Máscara de elevación	44
2.2.19. Sistema de referencias locales.....	44
2.2.20. Transformación de coordenadas	44
2.2.21. Método de mínimos cuadrados	47
2.2.22. Ajuste por mínimos cuadrados de circuitos de nivelación.....	47

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	48
3.1.1. Ubicación política	48
3.1.2. Ubicación geográfica	48
3.2. MATERIALES.....	50
3.2.1. Datos:	50
3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.3.1. Tipo de Investigación	51
3.3.2. Diseño de la investigación	51
3.3.3. Nivel de la investigación	51
3.3.4. Población.....	51
3.3.5. Muestra.....	52
3.3.6. Variables	52
3.4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.4.1. Metodología para el primer objetivo.....	53



3.4.1.1. Reconocimiento	53
3.4.1.2. Monumentación	53
3.4.1.3. Trabajos de campo	54
3.4.1.4. Precisiones para puntos de orden “C”	54
3.4.1.5. Materiales	55
3.4.1.6. Equipos e instrumentos	55
3.4.1.7. Softwares	55
3.4.1.8. Trabajo de la nivelación	55
3.4.2. Metodología para el segundo objetivo	65
3.4.2.1. Equipos e instrumentos	66
3.4.2.2. Softwares	66
3.4.3. Procedimiento de la calibración local para la investigación	71
3.5. PRUEBA ESTADÍSTICA	80
3.5.1. Prueba de normalidad para el eje “Z”	81
3.5.2. Prueba de normalidad para el eje “X”	84
3.5.3. Prueba de normalidad para el eje “Y”	86
3.5.4. Prueba de correlación para el eje “Z”	89
3.5.5. Prueba de correlación para el eje “X”	90
3.4.6. Prueba de correlación para el eje “Y”	91

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....	92
4.1.1. Resultados del primer objetivo.....	92
4.1.2. Resultado del segundo objetivo	93
4.2. DISCUSIÓN	95



V. CONCLUSIONES.....	97
VI. RECOMENDACIONES	98
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS.....	102

ÁREA: Planificación del transporte y territorio.

TEMA: Comparación de las mediciones de distancias verticales y horizontales mediante una calibración de obra para la poligonal abierta en la carretera desvío Isla Esteves – Millojachi, Puno.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 18 de octubre del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Representación la tierra y el geoide.....	30
Figura 2 Nivelación trigonométrica	32
Figura 3 Nivelación geométrica de dos formas distintas	33
Figura 4 Nivelación satelital	33
Figura 5 Poligonal cerrada	37
Figura 6 Poligonal abierta con control de cierre	37
Figura 7 Poligonal abierta sin control de cierre	38
Figura 8 Error de cierre lineal	40
Figura 9 Datum geodésico moderno	43
Figura 10 Mapa de ubicación.....	49
Figura 11 Representación satelital de los puntos	49
Figura 12 Descripción de la placa geodésica	54
Figura 13 Nivelación geométrica de la poligonal abierta	56
Figura 14 Diagrama de Flujo	72
Figura 15 Importación de puntos global	74
Figura 16 Importación de las coordenadas geográficas P, L, L, h, Código (Global) .	74
Figura 17 Propiedades generales a considerar	75
Figura 18 Importación de las coordenadas locales formato P, N, E, elevación, Código	75
Figura 19 Configuración de las propiedades generales de puntos locales.....	76
Figura 20 Puntos importados	77
Figura 21 Ajuste horizontal y vertical con el modelo de geoide vertical EGM 2008 para Perú.....	78



Figura 22	Verificación del sistema calibrado	78
Figura 23	Visualización de los parámetros de la calibración	79
Figura 24	Ingreso de variables al software IBM SPSS statistics	81
Figura 25	Gráfico de cota-calibrado	83
Figura 26	Gráfico de cota-sin calibrar	83
Figura 27	Gráfico de Este-calibrado	85
Figura 28	Gráfico de Este-sin calibrar	86
Figura 29	Gráfico de Norte-calibrado	88
Figura 30	Gráfico de Norte-sin calibrar	88
Figura 31	Diagrama de dispersión del eje “Z”	89
Figura 32	Diagrama de dispersión del eje “X”	90
Figura 33	Diagrama de dispersión del eje “Y”	91



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Parámetros de los elipsoides	45
Tabla 2 Coordenadas geográficas	48
Tabla 3 Coordenadas UTM.....	48
Tabla 4 Cuadro de operacionalización de variables.....	52
Tabla 5 Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-01 a UNAPC-02	57
Tabla 6 Cuadro de resultados.....	58
Tabla 7 Cuadro de compensación	59
Tabla 8 Valores para el método por mínimos cuadrados.....	60
Tabla 9 Valores para las matrices	62
Tabla 10 Comparación de cotas por dos métodos.....	65
Tabla 11 Datos obtenidos del levantamiento RTK con GNSS	66
Tabla 12 Medición de ángulos horizontales por el método de reiteración con estación total	67
Tabla 13 Tramo 1 lectura de ángulos.....	68
Tabla 14 Tramo 2 lectura de ángulos.....	70
Tabla 15 Coordenadas geográficas levantadas con receptores GNSS	70
Tabla 16 Resumen de coordenadas topográficas (local) de la poligonal abierta	71
Tabla 17 Muestra de la producción de una calibración	72
Tabla 18 Valores del ajuste vertical.....	79
Tabla 19 Valores del ajuste horizontal.....	80
Tabla 20 Prueba de normalidad del eje “Z”	82
Tabla 21 Prueba de normalidad del eje “X”	85
Tabla 22 Prueba de normalidad del eje “Y”	87



Tabla 23	Prueba de correlación R de Pearson.....	89
Tabla 24	Prueba de correlación R de Pearson.....	90
Tabla 25	Prueba de correlación R de Pearson.....	91
Tabla 26	Resultado del primer objetivo	92
Tabla 27	Resultado del segundo objetivo	94
Tabla 28	Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-01 a UNAPC-02	111
Tabla 29	Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-02 a PC03	112
Tabla 30	Datos de la nivelación de los puntos PC03 a PC04	113
Tabla 31	Datos de la nivelación de los puntos PC04 a PC05	114
Tabla 32	Datos de la nivelación de los puntos PC05 a PC06	115
Tabla 33	Datos de la nivelación de los puntos PC06 a PC07	115
Tabla 34	Datos de la nivelación de los puntos PC07 a PC08	116
Tabla 35	Datos de la nivelación de los puntos PC08 a PC09	117
Tabla 36	Datos de la nivelación de los puntos PC09 a PC10	118
Tabla 37	Datos de la nivelación de los puntos PC10 a PC11	119
Tabla 38	Datos de la nivelación de los puntos PC11 a PC12	120
Tabla 39	Datos de la nivelación de los puntos PC12 a PC13	121
Tabla 40	Datos de la nivelación de los puntos PC13 a PC14	121
Tabla 41	Datos de la nivelación de los puntos PC14 a UNAPC-03	122
Tabla 42	Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-03 a UNAPC-04	123
Tabla 43	Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-04 a PC15	124
Tabla 44	Datos de la nivelación de los puntos PC15 a PT15	125
Tabla 45	Datos de la nivelación de los puntos PT15 a PT16.....	125
Tabla 46	Datos de la nivelación de los puntos PT16 a PC17	126
Tabla 47	Datos de la nivelación de los puntos PC17 a PC18	127



Tabla 48	Datos de la nivelación de los puntos PC18 a PC19	128
Tabla 49	Datos de la nivelación de los puntos PC19 a UNAPC-05	128
Tabla 50	Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-05 a UNAPC-06	129



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Panel fotográfico.....	102
ANEXO 2 Lecturas de campo de la nivelación.....	111
ANEXO 3 Desarrollo de matrices	131
ANEXO 4 Cálculo de coordenadas de la poligonal	138
ANEXO 5 Fichas de observación de campo	140
ANEXO 6 Cuadro de resumen del autor Vizcarra	147
ANEXO 7 Archivo de la calibración local o de obra	148
ANEXO 8 Certificación de equipos	153
ANEXO 9 Plano	155



ACRÓNIMOS

UTM:	Universal Transversal de Mercator (Sistema Geodésico Mundial) 1984.
GNSS:	Sistema Global de Navegación por Satélite.
RTK:	Cinemática en Tiempo Real.
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global.
BM:	Banco de Nivel.
TBC:	Centro de Negocios Trimble.
WGS:	Sistema Geodésico Mundial.
NTRIP:	Transporte en red de RTCM a través del protocolo de Internet.
RTCM:	Comisión Técnica Radioeléctrica de Servicios Marítimos.
EGM:	Modelo Geoidal Global del 2008 para Perú.



RESUMEN

La presente investigación "Comparación de las mediciones de distancias verticales y horizontales mediante una calibración de obra para la poligonal abierta en la carretera desvío Isla Esteves - Millojachi, Puno". En nuestro país, la mayoría de las instituciones usan estaciones totales para ejecutar grandes obras de construcción, pero pocos aplican GPS diferencial en modo RTK. Esto genera dudas sobre que dispositivo es más adecuado y ventajoso en el proceso constructivo. El objetivo de la presente tesis es comparar las mediciones de distancias verticales y horizontales mediante una calibración de obra en la carretera que abarca desde la progresiva 0+000 hasta 5+900. Los datos tuvieron un riguroso análisis por el software especializado TBC, en el que se obtuvieron los residuales del ajuste vertical, horizontal y las coordenadas calculadas con el ajuste de la calibración. Según el análisis estadístico con el coeficiente de correlación R de Pearson, para (este, norte y cota) calibrados para receptores GNSS y sin calibrar para estación total, así mismo para el replanteo se obtuvo una alta correlación de datos, lo que sugiere que la calibración no afectó en la relación entre las dos variables comparadas. Los resultados muestran que las mediciones en el eje (X e Y) no varían más de 13 mm, en (Z) no varían más de 19 mm, respectivamente en la investigación.

Palabras Clave: Altimetría, Calibración de obra, Planimetría, Poligonal abierta



ABSTRACT

The present research "Comparison of vertical and horizontal distance measurements through a work calibration for the open traverse on the Isla Esteves - Millojachi detour highway, Puno." In our country, most institutions use total stations to execute large construction works, but few apply differential GPS in RTK mode. This raises doubts about which device is more appropriate and advantageous in the construction process. The objective of this thesis is to compare the measurements of vertical and horizontal distances through a road work calibration that ranges from the progressive 0+000 to 5+900. The data underwent a rigorous analysis by the specialized TBC software, in which the residuals of the vertical and horizontal adjustment and the coordinates calculated with the calibration adjustment were obtained. According to the statistical analysis with Pearson's R correlation coefficient, for (east, north and elevation) calibrated for GNSS receivers and uncalibrated for total station, likewise for the setting out a high correlation of data was obtained, which suggests that the Calibration did not affect the relationship between the two variables compared. The results show that the measurements in the (X and Y) axis do not vary more than 13 mm, in (Z) do not vary more than 19 mm, respectively in the investigation.

Keywords: Altimetry, Work calibration, Planimetry, Open polygonal.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

En el mundo, las distintas empresas dedicadas a la ejecución de proyectos viales que involucran la topografía y geodesia, presentan una problemática común en los puntos de control que contienen errores lineales en las coordenadas este, norte y cota de BM (Mamani, 2018).

En nuestro país, la mayoría de instituciones públicas y privadas utilizan la estación total para gestionar grandes obras de construcción. Sin embargo, poco de ellos aplican GPS diferencial en modo RTK, por lo que al aplicar estas tecnologías no se controla la precisión. Las diferencias de precisión encontradas en campo, para la ejecución y supervisión de obras civiles surge la interrogante respecto a que dispositivo es el más adecuado y ofrece más ventajas en el proceso constructivo (Vizcarra & Vizcarra, 2019).

Hoy en día, los diferentes trabajos de ingeniería no consideran las ventajas de los métodos que ofrece cada equipo para un trabajo en particular. La forma tradicional de determinar alturas en diversos proyectos de ingeniería es a través de una red de nivelación, con altitudes fijas, requiere precisión, ahorro de tiempo, equipos de medición precisos y personal experimentado (Quispe, 2020).

Todo tipo de proyectos que requieran un levantamiento topográfico están sujetos a una red de control horizontal o red de referencia (poligonal abierta) y esta a su vez debe estar vinculado a la red geodésica nacional. Durante el trabajo de campo, descubrimos que los puntos de llegada no son los mismos que los puntos de control geodésico, lo que



provoca un error de desplazamiento horizontal, que provoca un error lineal y angular (Alvarado Aguilar & Mamani M, 2022).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la comparación de las mediciones de distancias verticales y horizontales mediante una calibración de obra para la poligonal abierta en la carretera desvío Isla Esteves – Millojachi, Puno?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo comparar las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control?
- ¿Cómo comparar las mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Para la ingeniería vial, es de vital relevancia hacer énfasis en la calibración de obra en cada uno de los proyectos que se vayan a ejecutar, porque permite trabajar con un mismo sistema de coordenadas locales, al hacer uso de receptores GNSS y estación total, para no dificultar los procesos constructivos. Es decir, que podemos utilizar un equipo geodésico como si se tratase de una estación total, al insertar los parámetros ajustados, en los receptores GNSS.

En la parte social, facilita el adecuado control de infraestructuras viales de los proyectos que impactan en la vida cotidiana de los profesionales del rubro de la ingeniería.



En lo institucional, en los proyectos locales, regionales y nacionales por administración directa y contrata, el uso de la calibración de obra genera confianza al profesional de la ingeniería, porque permite la planificación y ejecución de obras viales y estructuras con un nivel de precisión que está dentro la tolerancia basada en normativas vigentes como el Instituto Geográfico Nacional.

En lo económico, puede optimizar recursos tanto en los errores de cálculos y mediciones, relacionados a trabajos topográficos y geodésicos mediante la aplicación correcta de la calibración de obra, a su vez, puede disminuir gastos asociados a correcciones posteriores y posibles inconvenientes durante la ejecución de proyectos viales de mediana y gran extensión. Así busca contribuir a la eficiencia económica.

Finalmente, la calibración de obra es recomendada para los proyectos que cualquier entidad quiera ejecutar, a fin de poder trabajar con un mismo sistema de coordenadas al usar receptores GNSS y estación total. Por tanto, resulta viable para la ejecución de poligonales de control para carreteras y obras lineales, bajo las condiciones fisiográficas y longitudes similares a la presente tesis.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Hipótesis general

No existe variación significativa al comparar las mediciones de las distancias verticales y horizontales mediante una calibración local de obra en la poligonal abierta.



1.4.2. Hipótesis específica

- En la comparación de las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control, no varían en la poligonal abierta.
- En la comparación de las mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS, no varían en la poligonal abierta.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Comparar las mediciones de distancias verticales y horizontales mediante una calibración de obra para la carretera desvío Isla Esteves – Millojachi, Puno.

1.5.2. Objetivos específicos

- Comparar las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control.
- Comparar las mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes globales

En la opinión de Prince & Hoyer (2017), en un proyecto de exploración sísmica, se utilizan instrumentos geodésicos convencionales y receptores GNSS de manera complementaria durante la fase de topografía. Durante todo el proyecto, se debe garantizar el buen funcionamiento de los equipos, y la verificación constante es necesaria como control de calidad para detectar, modelar y corregir, si es posible, las derivas instrumentales para garantizar la calidad del replanteo de las líneas sísmicas. Este trabajo propone un procedimiento que permita verificar los componentes básicos de una Estación Total moderna: EDM (Medición de distancia electrónica) y el teodolito electrónico. Este enfoque se basa en establecer y certificar una línea base de calibración mediante mediciones GNSS de alta precisión, luego verificar las mediciones de distancias y ángulos sobre dicha línea, lo que permite observar el desempeño correcto de los equipos convencionales en función de las especificaciones técnicas del fabricante y las tolerancias establecidas. La metodología está respaldada por bases teóricas y evaluada mediante pruebas específicas que demuestran la conveniencia y los beneficios de su aplicación.

Según Mamani (2018), para este proyecto de grado, la información topográfica es crucial, especialmente con respecto a los puntos de control del proyecto carretero. Se describe paso a paso todo el proceso de trabajo realizado,



desde la recopilación de información hasta la recopilación de datos en campo, evaluación de los puntos de control vertical y horizontal, ajuste y compensación. Para evaluar los datos de control, se realiza la verificación de cierre de las coordenadas Este, Norte y cota en paralelo con los trabajos de replanteo en la plataforma en la poligonal abierta. Se determinó a través del avance físico que la mayoría de los puntos de control topográfico mostraban errores lineales en las coordenadas Este y Norte, con cierres que oscilaban entre 5 cm y 2,5 metros en los puntos más lejanos, y que las cotas de los puntos BM oscilaban entre 7 mm y 15 cm en los puntos más lejanos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Moreno (2023), da a conocer por la falta de confiabilidad de los levantamientos fotogramétricos con drones debido a la mayor utilización de este nuevo método para recopilar datos topográficos en los últimos años. Esto ha generado problemas con la variación de errores entre las técnicas de fotogrametría y convencional. La investigación se llevó a cabo en el pueblo de Tara pampa, ubicado en la provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Ancash, debido a las condiciones y requisitos para implementar un diseño de riego tecnificado, ya que el terreno es diverso, con pendientes y hay cobertura vegetal. Se compararon dos métodos para recopilar datos topográficos; el primero utilizó topografía convencional con una estación total Leica TS 06 y el segundo utilizó fotogrametría con un Dron Mavic 2 Pro. Se determinó el error de cierre lineal en planimetría y altimetría y se analizaron estadísticamente las diferencias significativas en los levantamientos reales. Según los resultados, se obtuvo un error planimétrico de 0,040 m con el levantamiento convencional y 0,043 m con la fotogrametría, ambos dentro del margen de error aceptable de 0.10 m. Los resultados de altimetría



fueron de 0,019 m con el levantamiento convencional y 0,041 m con la fotogrametría, ambos dentro del margen de error aceptable de 0.15 m para levantamientos topográficos

Según, Quispe (2021). El análisis de esta investigación reveló la diferencia de precisión en el cálculo de volúmenes entre los equipos topográficos en la rehabilitación de caminos vecinales en Ayacucho en 2021. El tipo de investigación es aplicada, de diseño no experimental, transversal, descriptivo-explicativo y con un enfoque cuantitativo. Como resultado, se obtuvieron los planos topográficos georreferenciados: planta, perfil longitudinal y secciones transversales. Para contrastar los informes de volúmenes obtenidos entre los equipos topográficos, se utilizaron las siguientes técnicas: Se observaron variaciones en las medidas de planimetría y altimetría con la estación total Leica Ts 06 plus, el GPS diferencial Trimble y el Drone Phantom Dji 4 pro. Considerando que cada una de las tres técnicas puede lograr una precisión única, por lo que se distinguen en términos de tiempo y costos asociados con su implementación. La investigación ha llegado a la conclusión de que ningún equipo topográfico es esencial porque siempre dependerán el uno del otro. Se determinó que el drone no es tan confiable con respecto a las cotas o elevación, ya que se demostró que en los puntos de control varían 0.024 m con respecto a los equipos descritos. Por otro lado, en la toma de datos del tramo de estudio, es decir, puntos intermedios, las cotas varían en promedio de 0.10 a 0.15 m con respecto a la estación total y al GPS diferencial. Por lo tanto, el drone no es tan confiable para estudios.



2.1.3. Antecedentes locales

Según Vizcarra & Vizcarra (2019), la unidad minera las Bambas se encuentra en el Distrito de Challhuahuacho, Provincia Cotabambas, Departamento Apurímac, en el año 2017. El objetivo general es comparar el control topográfico utilizado en la construcción de presas de relaves utilizando estación total y GPS diferencial en modo RTK (cinemático en tiempo real). La empresa MMG-las Bambas estableció dos puntos de control geodésico de orden B (APU06015 y APU06016), mientras que T&S Engineering Services S.A.C estableció otros dos puntos de control (RP1D y TSDH2) en el área de trabajo, Se creó una poligonal cerrada con cinco puntos de control auxiliares medidos y ajustados con el software MicroSurvey STAR*NET para obtener coordenadas locales. Para obtener las coordenadas UTM, se estacionó el receptor geodésico Topcon modelo GR-5 en modo RTK en esos mismos puntos de control. Para comparar la estación total con GPS diferencial, se utilizó la calibración local utilizando el software del Trimble Business Center (TBC). Para el procesamiento estadístico, se utilizó la prueba estadística de T Student, y se encontró que no hay diferencias significativas en el replanteo entre la estación total y el GPS diferencial porque se encuentran en un rango de 1 a 12 mm. en el norte, 1 a 14 mm. en el este y 0 a 13 mm. en la elevación. De manera similar, se ha observado una diferencia significativa en la comparación del tiempo, el control topográfico y el replanteo entre ambos equipos. Por lo tanto, el análisis demuestra que con el equipo GPS diferencial en modo RTK se replantea más puntos debido a las características propias de la ubicación del proyecto.

Tal como, Alvarado & Mamani (2022), el trabajo de investigación, "comparación de coordenadas de poligonal abierto utilizando tecnología GNSS



en modo RTK y estación total en la carretera Juli Palermo", se desarrolló en el Distrito de Juli, Provincia y Departamento de Puno y se llevó a cabo de agosto a setiembre de 2021. El objetivo general es comparar las coordenadas de la poligonal abierta en la carretera Juli-Palermo utilizando la tecnología GNSS en modo RTK y estación total. La metodología de investigación utilizó la Red de líneas bases de enlace geodésico para replantear la poligonal básica de 2 puntos GPS cada 5 km. Se realizaron cálculos en gabinete utilizando la información obtenida en campo, luego se obtuvo el error de cierre lineal de 0.134m en toda la estación. El error de GNSS en modo RTK fue de 0.056m, y el ajuste de la poligonal abierta se realizó utilizando el método de enlace geodésico. Finalmente, como conclusión, los dos equipos no difieren significativamente en la compensación de poligonales y la obtención de error de cierre de poligonales.

Quispe (2020), el trabajo de investigación actual, "Precisión en altitud del GPS Diferencial GR-5 en Modo Estático Fijo, RTK y Cinemático en Contrastación con un Nivel Electrónico en una Red de Nivelación", se desarrolló en el Distrito de Puno, específicamente en el CIP – Carolina de la UNA – Puno. El objetivo principal del trabajo de investigación era determinar la precisión del GPS Diferencial GR-5 en modo estático fijo, RTK y cinemático en contrastación con un Nivel. Para comenzar el presente trabajo de investigación, se establecieron dos puntos geodésicos de control horizontal y vertical con GPS Diferencial en modo Estático Fijo. Los puntos se denominan CRL-01 y CRL-02, y están conectados a la Red de Estaciones de Rastreo Permanentes y utilizan el ERP PU02 ubicado en Juliaca. Se utilizó el GPS Diferencial y el Nivel Electrónico para densificar los puntos en la Red de Nivelación Pre establecida, calculando las altitudes de cada vértice de la Red de Nivelación y controlando el tiempo para



cada método. Esto se hizo utilizando los datos procesados de los puntos CRL-01 y CRL-02. Para comparar dos grupos de muestra, los datos de altitudes obtenidas se sometieron a la prueba estadística de t-Student y a la prueba estadística Anova para determinar el tiempo de obtención de altitudes utilizando ambos equipos. Finalmente, en términos generales, se ha llegado a la conclusión de que ambos equipos no muestran diferencias estadísticamente significativas en la obtención de altitudes, lo que significa que ambos equipos son precisos y se encuentran dentro del margen de tolerancia de errores en una red de nivelación precisa. En cuanto al tiempo, se ha descubierto que el GPS Diferencial GR-5 en modo RTK obtiene altitudes en un tiempo más corto.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Topografía

La topografía se encarga de medir una superficie de terreno relativamente pequeña. La información se obtiene de instituciones especializadas en cartografía y/o mediciones realizadas en el terreno “levantamiento”, complementadas con la aplicación de métodos matemáticos elementales (Mendoza, 2019).

Mc Cormac (2016), da a conocer que la topografía es la ciencia que determina las dimensiones y contornos (o características tridimensionales) de la superficie terrestre midiendo distancias, direcciones y elevaciones.

2.2.2. Geodesia

Se puede definir como la ciencia que busca estudiar la forma y dimensiones de la tierra para llegar a qué puntos de la superficie se eligen, llamada

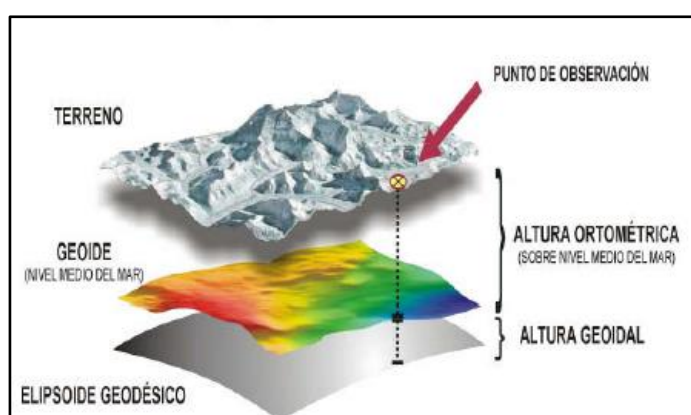
geodesia, de cuyo lugar se obtiene la forma de la tierra o de toda la tierra el globo (Gámez, 2015).

Instituto Geográfico Nacional (2015), sostiene la idea de la forma y dimensiones de la Tierra en su aspecto geométrico, que incluye fundamentalmente la determinación de las coordenadas de los puntos en la superficie de la Tierra.

- **Geoide:** Una superficie gravitacional equipotencial que es perpendicular a la dirección de la gravedad y se encuentra aproximadamente al nivel medio del mar. El geoide tiene una forma irregular debido a las variaciones en la distribución de la masa y la rotación de la Tierra.
- **Elipsoide:** Es una superficie matemática creada al girar una elipse alrededor del eje de la Tierra polar. Las dimensiones de la elipse se determinan en función de los levantamientos realizados en el área y se aseguran de que el elipsoide y el geoide se ajusten bien (Wolf & Ghilani, 2016).

Figura 1

Representación la tierra y el geoide



Nota: Diferencia de formas entre el terreno, geoide y el elipsoide. Recopilado del Instituto Geográfico Nacional (2015).



2.2.3. Planimetría

Examina los instrumentos y técnicas necesarios para proyectar la posición precisa de los puntos más significativos del terreno sobre una superficie plana horizontal y crear una figura comparable. El cálculo de superficie, la división de terrenos en parcelas, el replanteo de líneas obsoletas o destruidas, la construcción de planos de terreno, etc. son algunos de los trabajos que realiza la planimetría. (Gámez, 2015).

2.2.3. Altimetría

La altimetría generalmente puede caracterizarse como la ciencia que estudia los aspectos geográficos (forma, contorno, dimensiones, posición y ubicación) de un lugar determinado, teniendo en cuenta su relieve (Machado, 2022).

Instituto Geográfico Nacional (2015), agrega que es el conjunto o estudio de las operaciones, métodos y procedimientos necesarios para definir y representar el relieve del terreno para determinar las cotas de los diferentes puntos del terreno con respecto al plano horizontal de comparación.

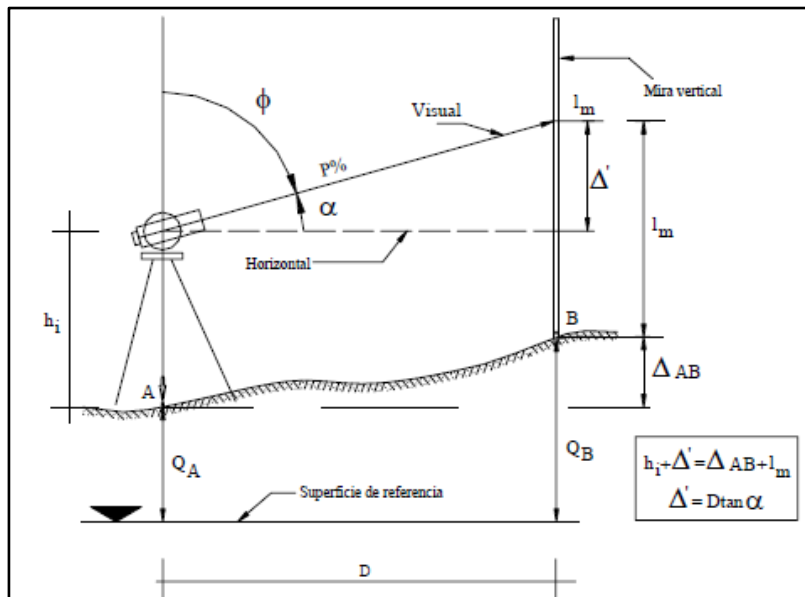
2.2.4. Nivelación trigonométrica

La nivelación trigonométrica es un método para medir la diferencia de altura entre dos puntos mediante el uso de ángulos verticales (Casanova, 2002).

El método altimétrico de nivelación trigonométrica permite calcular desniveles entre puntos mientras se observan las distancias cenitales de cualquier inclinación (Farjas, 2019).

Figura 2

Nivelación trigonométrica



Nota: Descripción de una medición trigonométrica. Recopilado de Casanova (2002).

2.2.5. Nivelación taquimétrica

Es un método topográfico basado en mediciones ópticas de distancias para determinar la posición de elevación de puntos en la superficie terrestre (Casanova, 2002).

Mendoza, (2019), señala que es un procedimiento de medida rápida que me permite medir la distancia horizontal y el desnivel entre dos puntos prácticamente de forma indirecta.

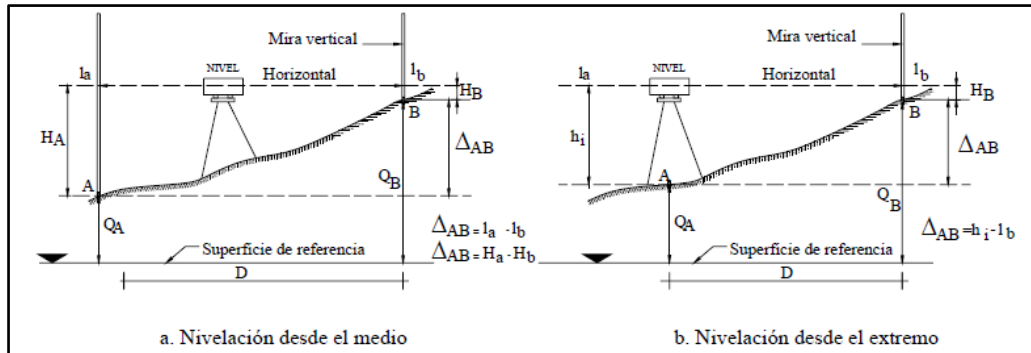
2.2.6. Nivelación geométrica

La nivelación geométrica o nivelación diferencial es un procedimiento topográfico en el que se puede determinar la diferencia de altura entre dos puntos mediante un nivel y una mira vertical (Casanova, 2002).

La nivelación geométrica utiliza visuales horizontales para encontrar desniveles entre dos puntos. Los equipos utilizados son los niveles o equialtimómetros (Farjas, 2019).

Figura 3

Nivelación geométrica de dos formas distintas



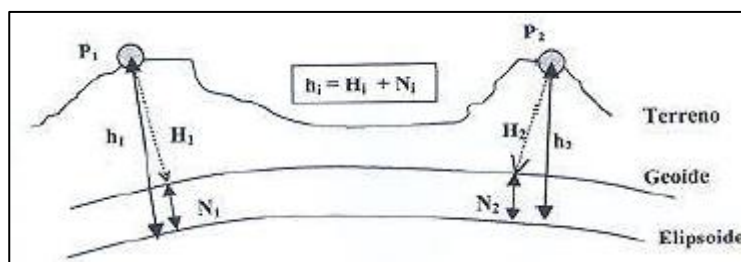
Nota: Descripción de una medición geométrica. Por Casanova (2002).

2.2.7. Nivelación satelital GNSS

Debido a las referencias contradictorias que se pueden encontrar en la bibliografía y a que la superficie de referencia en altimetría es el geoide, mientras que la superficie de referencia del GNSS es el elipsoide, ambas superficies no son paralelas, la nivelación con GNSS presenta una gran incertidumbre en los usuarios (Instituto Geográfico Nacional, 2016).

Figura 4

Nivelación satelital



Nota: Descripción de una nivelación satelital. Recopilado del Instituto Geográfico Nacional (2016).



- Altura elipsoidal (h): Es la distancia entre el punto de medición y la superficie del elipsoide.
- Altura ortométrica (H): Es la distancia entre el punto de medición y la dirección normal al geoide.
- Altura geoidal (N): Distancia del geoide del elipsoide de referencia. Se puede llamar separación geoidal u ondulación geoidal (Instituto Geográfico Nacional, 2016).

2.2.8. Error de cierre

El error de cierre de una nivelación depende de la precisión de los instrumentos utilizados, del número de estaciones y puntos de cambio, del cuidado en las lecturas y la colocación de la mira.

El error de cierre de nivelación se determina por la diferencia entre la cota inicial y la cota final.

$$E_n = Q_f - Q_i$$

Donde:

$$E_n = \text{error de cierre}$$

$$Q_f = \text{cota final}$$

$$Q_i = \text{cota inicial}$$

2.2.9. Tolerancia del error de cierre

La importancia del trabajo, la precisión de los instrumentos utilizados y las normas existentes determinan la tolerancia al error de cierre. Las nivelaciones se pueden dividir en nivelaciones de primer, segundo y tercer orden; las nivelaciones de tercer orden son las más utilizadas en ingeniería (Casanova, 2002).



- Nivelación aproximada

$$E_{max} = \pm 0.10\sqrt{k}$$

Donde:

E_{max} : Error máximo tolerable (m).

k : Número de kilómetros del itinerario.

- Nivelación ordinaria

$$E_{max} = \pm 0.02\sqrt{k}$$

Donde:

E_{max} : Error máximo tolerable (m).

k : Número de kilómetros del itinerario.

- Nivelación precisa

$$E_{max} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

Donde:

E_{max} : Error máximo tolerable (m).

k : Número de kilómetros del itinerario.

- Nivelación de alta precisión

$$E_{max} = \pm 0.004\sqrt{k}$$

Donde:

E_{max} : Error máximo tolerable (m).

k : Número de kilómetros del itinerario.

2.2.10. Compensación de nivelación

Si el error de cierre es mayor que la tolerancia, se debe repetir la nivelación. Si el error es menor que la tolerancia, se aplica la compensación que se detalla a continuación:



- Compensación proporcional a la distancia nivelada

$$C = \frac{D_i}{D_T} * E_n$$

Donde:

D_i =distancia entre puntos

D_T = distancia total

E_n = error de cierre

- Compensación sobre los puntos de cambio

$$C = -\frac{E_n}{N}$$

Donde:

E_n = error de cierre

N = número de puntos de cambio

2.2.11. Poligonales

Una poligonal es un conjunto de líneas curvas que están conectadas entre sí por vértices. Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, debe medirse el ángulo horizontal de cada vértice y la distancia horizontal entre vértices consecutivos (Casanova, 2002).

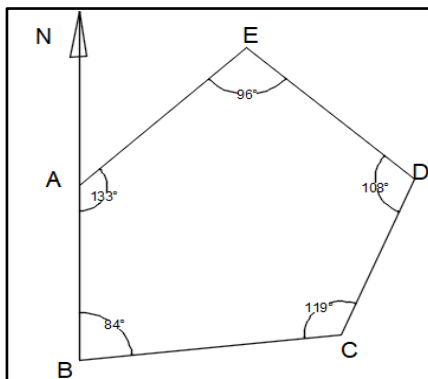
En la actualidad, la poligonación es un método de posicionamiento horizontal ampliamente utilizado, principalmente debido a la facilidad y precisión con la que se pueden medir distancias con los nuevos equipos electrónicos y la alta contabilidad en la determinación de ángulos. (Reyes & Hernández, 2003).

- Poligonales cerradas: En las cuales el punto de inicio y el punto de cierre son idénticos, lo que permite el control de cierre angular y lineal (Casanova, 2002).

Consiste en un conjunto de líneas consecutivas donde el punto de partida coincide con el punto de llegada; este tipo de poligonal permite la comprobación y posterior corrección de los ángulos y longitudes medidos, lo que permite verificar la precisión del trabajo (Mendoza, 2019).

Figura 5

Poligonal cerrada

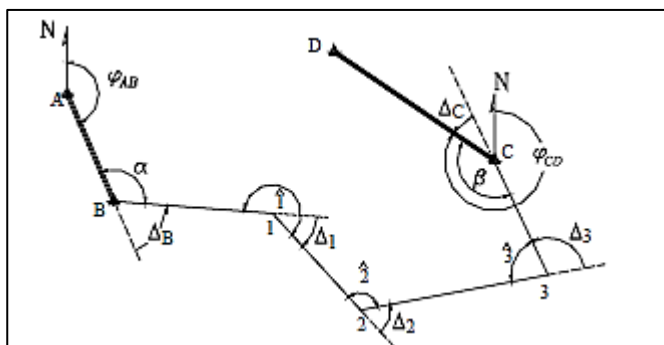


Nota: Representación de una poligonal cerrada. Recopilado de Casanova (2002).

- Poligonales abiertas o de enlace con control de cierre: En el que se pueden realizar controles de cierre angular y lineal cuando se conocen las coordenadas de los puntos inicial y final, así como la orientación de las alineaciones inicial y final.

Figura 6

Poligonal abierta con control de cierre



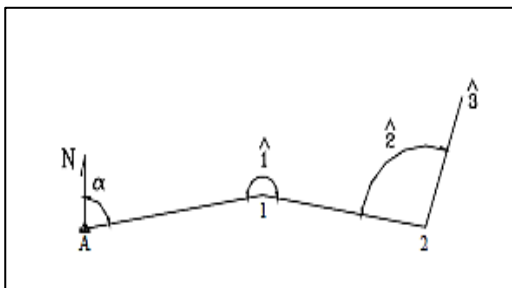
Nota: Representación de una poligonal abierta con punto de control de cierre. Recopilado de Casanova (2002).

- Poligonal abiertas sin control: En los que no se pueden establecer los controles de cierre porque no se conocen las coordenadas del punto de inicio o final o la orientación de la alineación inicial o final (Casanova, 2002).

Navarro (2008), piensa en una serie de líneas conectadas que no regresan al punto de partida ni cierran en un punto de igual o mayor orden de precisión.

Figura 7

Poligonal abierta sin control de cierre



Nota: Representación de una poligonal abierta sin puntos de control de cierre. Recopilado de Casanova (2002).

2.2.12. Medición de distancias

Las mediciones de distancia se pueden realizar mediante cintas, estacas o equipos electromagnéticos dependiendo de la calidad del trabajo. El último es el más utilizado en la actualidad debido a su rapidez y precisión. Sin embargo, la superficie terrestre no es plana y las distancias que se miden corresponden a líneas rectas (Mendoza, 2019).

2.2.13. Medición angular

Se recomienda medir el ángulo en cada dirección y repetir este proceso en ambas posiciones del círculo. Para evitar errores, se recomienda que el equipo siempre se mueva en el mismo sentido. Los dos tipos de uso en topografía son horizontales y verticales (Mendoza, 2019).



2.2.17. Error de cierre angular

La distinción entre la suma teórica y su equivalente derivada de la medición de una poligonal cerrada se conoce con este nombre:

$$\sum \text{ang. interiores} = 180^\circ(n - 2)$$

$$\sum \text{ang. exteriores} = 180^\circ(n + 2)$$

Donde:

n: Número de vértices

Si, $E_C = \text{Error de cierre angular}$

El error de cierre para la poligonal abierta:

$$E_C = Z_{MN}(\text{calculado}) - Z_{MN}(\text{medido}); Z = \text{acimut}$$

El máximo E_C permitido: $E_C = \pm R\sqrt{n}$

R=mínima división de limbo acimutal o precisión del equipo

Donde:

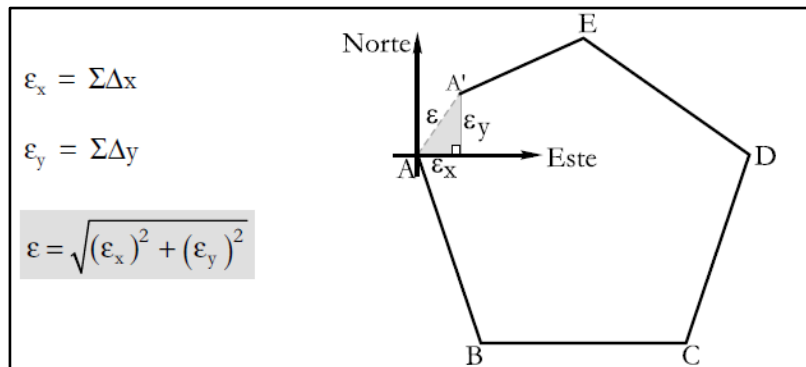
n: Número de vértices

2.2.18. Error de cierre lineal

Como se muestra en el siguiente gráfico, es fácil entender que teóricamente tanto "A" como "A" deben coincidir en el primer punto; sin embargo, en la práctica, esto no ocurre porque "A'" es casi igual a cero y su valor produce el error de cierre lineal.

Figura 8

Error de cierre lineal



Nota: Descripción de un error de cierre lineal. Recopilado de Mendoza (2019).

2.2.18. Precisión relativa

Con este parámetro, podemos evaluar la calidad o precisión de la poligonal (Mendoza, 2019).

$$E_R = \frac{1}{\frac{\text{(perímetro de poligonal)}}{\epsilon}}$$

2.2.14. Geodesia espacial

La geodesia espacial analiza las señales de objetos externos a la superficie terrestre para determinar su posición. (García Martín et al., 2017).

2.2.15. GNSS

El GNSS es un sistema que permite el posicionamiento de varios métodos de observación según la instrumentación, las necesidades de precisión y la técnica de proceso de los observables (Garrido, 2016).

2.2.15.1. Características fundamentales

- Sector espacial: Es el sistema de satélites. Para el GPS está formado por 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno, mientras que el GLONASS



posee 3 planos orbitales y 8 satélites por plano. El futuro GALILEO tendrá 3 orbitas y 10 satélites por cada una.

- Sector control: Es el conjunto de estaciones terrestres que se encarga de controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación. Están distribuidas a lo largo de todo el planeta.
- Sector usuario: Son los receptores que calculan la posición en la que se encuentran (García Martín et al., 2017).

2.2.15.2. Métodos de posicionamiento GNSS

El posicionamiento GNSS se puede realizar de varias maneras dependiendo de la instrumentación utilizada, los requisitos de precisión o la técnica de procesamiento de los observables.

La clasificación de los métodos GNSS según el tipo de trabajo a realizar son los siguientes:

- Levantamientos de control: Se hace el método de trabajo GNSS estático y en procedimiento auxiliar o de apoyo en RTK-NTRIP.
- Levantamientos topográficos: Solo se hace método RTK- NTRIP.
- Replanteos: Se desarrolla el GNSS diferencial y el RTK- NTRIP.
- Posicionamiento rápido de precisión: De igual manera se desarrolla el GNSS diferencial y el RTK- NTRIP.
- Levantamiento para SIG: También se hace de uso principal GNSS diferencial y el RTK- NTRIP, como apoyo o de manera auxiliar el GNSS autónomo.
- Navegación: Se realiza de manera GNSS RTK- NTRIP porque son de procedimiento de apoyo o auxiliar, y en caso de uso principal se hace



GNSS diferencial y autónomo (Garrido, 2016).

2.2.15.3. Relativo-estático-fase-postproceso

Con los receptores estáticos colocados en los puntos donde se desea obtener su posición relativa, se observa y graba la fase de la onda portadora. Posteriormente, se procesan los datos y se determinan las coordenadas relativas. Este vector se conoce como base-línea o base-línea. Para estos sistemas de doble frecuencia, la exactitud nominal típica es de $5 \text{ mm} \pm 0,5$ partes por millón (ppm) en horizontal y $10 \text{ mm} \pm 0,5$ ppm en vertical (García Martín et al., 2017).

2.2.15.4. RTK real time kinematic

RTK, también conocido como navegación cinética en tiempo real, es un método que utiliza medidas de fase de navegadores con señales GNSS y proporciona correcciones en tiempo real a través de una sola estación de referencia (García Martín et al., 2017).

2.2.16. Sistema WGS 84

Es un sistema de coordenadas geográficas globales que permite localizar cualquier punto de la tierra utilizando tres unidades especificadas como referencia (Instituto Geográfico Nacional, 2016).

El sistema convencional de referencia terrestre (CTRS) adoptado para el posicionamiento GPS es el denominado World Geodetic System 1984 (WGS84) que viene definido por:

- Origen en el geocentro.

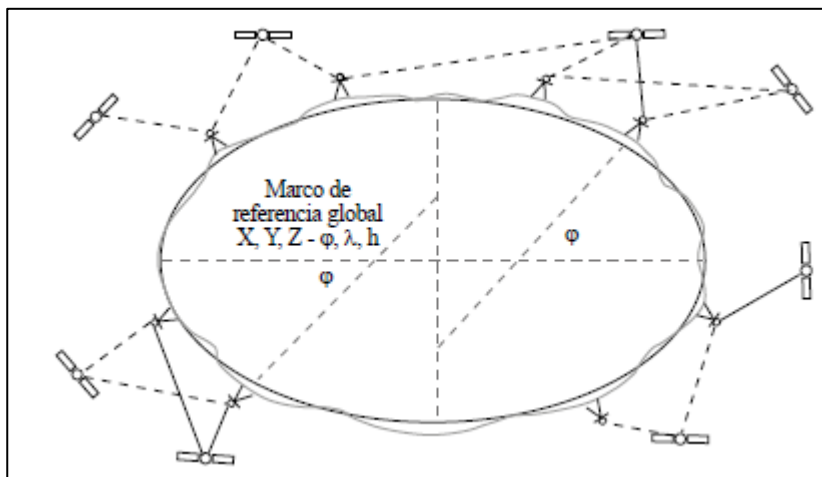
- Eje Z paralelo a la dirección del Polo terrestre Convencional Internacional (CIO), posición del polo medio época 1984.
- El eje X es la intersección del plano meridiano de referencia y el plano del ecuador astronómico medio.
- El eje Y, situado en este plano, constituye con X, Z un sistema coordenado rectangular dextrógiro.

Los valores de las constantes son:

- Semieje mayor: $a = 6378137$ metros.
- $1/f = 298,257223563$
- Constante gravitacional: $GM = 3986004,418 * 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$.
- Velocidad de rotación: $w = 7292115 * 10^{-11} \text{ rd/s}$ (Wolf & Ghilani, 2016).

Figura 9

Datum geodésico moderno



Nota: Campo de información según el sistema WGS 84. Recopilado de Mendoza (2019).

2.2.17. Línea base

La línea realiza una medición tridimensional entre dos estaciones mientras se capturan y procesan simultáneamente datos GNSS con técnicas de diferenciación (Instituto Geográfico Nacional, 2016).



2.2.18. Máscara de elevación

Es el ángulo más pequeño que tendrán los equipos GNSS para recibir la señal de los satélites. Este ángulo es configurable y se considera ideal para evitar problemas de interferencia causados por edificios, árboles y errores de múltiples vías (Instituto Geográfico Nacional, 2015).

2.2.19. Sistema de referencias locales

Todas las redes geodésicas se calculan en base a un sistema de referencia geodésico definido como:

- Elipsoide de referencia.
- Punto Astronómico fundamental (donde coinciden la vertical astronómica y la geodésica).
- Origen de longitudes y latitudes.
- Origen de altitudes.

A este conjunto de datos, que nos permiten identificar un sistema coordinado, se le conoce por DATUM (Wolf & Ghilani, 2016).

El cual se considera fijo a la tierra y se utiliza para ubicar puntos sobre la superficie terrestre o en sus proximidades, como satélites artificiales que distan en promedio 20000 km (Mendoza, 2020).

2.2.20. Transformación de coordenadas

Las transformaciones de coordenadas geodésicas a UTM, da paso a las siguientes fórmulas:

Tabla 1*Parámetros de los elipsoides*

Parámetros	ELIPSOIDE	
	Hayford	WGS 84
a	6378388.00 m	6378137.00 m
b	6356911.946 m	6356752.314 m
e^2	0.00672267	0.00669438
e'^2	0.00676817	0.006739497
c	6399936.608	6399593.626

Nota: Datos establecidos de los parámetros de un elipsoide. Recopilado de Mendoza (2020).

- Parámetros de los elipsoides: Está conformado por el semi eje mayor, semi eje menor, radio polar de curvatura y la excentricidad.

$$a = \text{semi eje mayor}$$

$$b = \text{semi eje menor}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = \text{Resultado de la primera excentricidad}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} = \text{Resultado de la segunda excentricidad}$$

$$c = \frac{a^2}{b} = \text{Radio polar de curvatura}$$

- Cálculo de la zona: Para el cálculo de P, se requiere de “ λ ” que viene a ser la longitud geográfica.

$$P = \text{Zona}$$

$$P = \text{TRUNCAR} \left(\frac{\lambda}{6} + 31 \right)$$

- Cálculo del meridiano central λ_0 : Con el resultado de P, podremos hallar el meridiano central “ λ_0 ” que viene a ser la longitud de inicio.

$$\lambda_0 = P * 6 - 180^\circ$$

- Cálculo de $\Delta\lambda$: “ $\Delta\lambda$ ” viene a ser la diferencia de longitud entre el meridiano central de la zona UTM y el meridiano del punto.

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$$

- Cálculo de Este: Para el cálculo de Este, se necesita saber de “ ϕ ” que viene a ser la latitud geográfica, “ t ” es la pendiente de la recta o la relación entre coordenadas de un punto, “ N ” es el radio de curvatura normal en un punto de latitud, “ E' ” es un valor intermedio utilizado en el cálculo final de “ E ” y al conocer el resultado de los valores anteriores se desarrolla las siguientes ecuaciones para hallar la coordenada Este final en un sistema UTM.

$$t = \tan \phi$$

$$n^2 = e'^2 * \cos^2 \phi$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 * \sin^2 \phi}}$$

$$E' = (\Delta\lambda - \cos \phi) * N + \frac{(\Delta\lambda - \cos \phi)^3 * N(1 - t^2 + n^2)}{6} \\ + \frac{(\Delta\lambda - \cos \phi)^5 * N(5 - 18t + t^4)}{120}$$

$$E = 500\,000 + 0.999\,6 * E'$$

- Cálculo de Norte: Para el cálculo del Norte, “ $A_0, A_2, A_4, A_6, AM, N'$ ” son valores intermedios utilizados en los cálculos para mejorar la precisión de la transformación geográfica a coordenadas planas, y también con los resultados de los valores anteriores desarrollamos las siguientes ecuaciones para obtener la coordenada Norte final en el sistema UTM (Mendoza, 2020).

$$A_0 = 1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3}{64} * e^4 - \frac{5}{256} * e^6$$

$$A_2 = \frac{3}{8} \left(e^2 + \frac{1}{4} * e^4 + \frac{15}{128} * e^6 \right)$$



$$A_4 = \frac{15}{256} \left(e^4 + \frac{3}{4} * e^6 \right)$$

$$A_6 = \frac{35}{3072} * e^6$$

$$AM = a * (A_0 * \phi - A_2 * \text{sen}2\phi + A_4 * \text{sen}4\phi - A_6 * \text{sen}6\phi)$$

$$N' = AM + \frac{(\Delta\lambda * \cos \phi)^2 * N * t}{2} + \frac{(\Delta\lambda * \cos \phi)^4 * N * t * (5 - t^2 + 9n^2 + 4n^4)}{24} \\ + \frac{(\Delta\lambda * \cos \phi)^6 * N * t * (61 - 58t^2 + t^4)}{720}$$

$$N = 10,000,000.00 + 0.9996 * N'$$

2.2.21. Método de mínimos cuadrados

El método de los mínimos cuadrados proporciona la mejor y más precisa aproximación para las poligonales, pero los cálculos extensos requeridos pueden haber impedido que este método se haya utilizado ampliamente hasta hace poco. Con el uso de computadoras electrónicas, estos cálculos se han vuelto rutinarios, brindando a este método una gran oportunidad de ser utilizado (Wolf & Ghilani, 2016).

2.2.22. Ajuste por mínimos cuadrados de circuitos de nivelación

Finalmente, el ajuste por mínimos cuadrados se refiere a la resolución de un modelo matemático en el que hay más ecuaciones que incógnitas y se debe aplicar la condición de minimización cuadrática para corregir los errores cometidos durante el proceso de observación (Abellán, 2013).

Todas las mediciones de esta red de nivelación se pueden ajustar simultáneamente usando el método de mínimos cuadrados para obtener el valor de ajuste más probable para los dos bancos de nivelación (Wolf & Ghilani, 2016).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación política

El estudio se centra en el tramo de carretera ubicado dentro de los límites urbanos del distrito de Puno, específicamente en la avenida sesquicentenario la cual forma parte de la red vial de la provincia y departamento de Puno. Este tramo se encuentra a 4 km del centro de Puno en un aproximado de 13 minutos y cerca del lago Titicaca.

3.1.2. Ubicación geográfica

Se estudio se ubica en la región de Puno, en la carretera que inicia desde el desvío Isla Esteves – Millojachi, con la siguiente coordenada geográfica.

Tabla 2

Coordenadas geográficas

Latitud	15°49'23.65" Sur
Longitud	70°0'7.11" Oeste

Nota: Coordenadas geográficas donde inicia el proyecto. Elaboración propia

Tabla 3

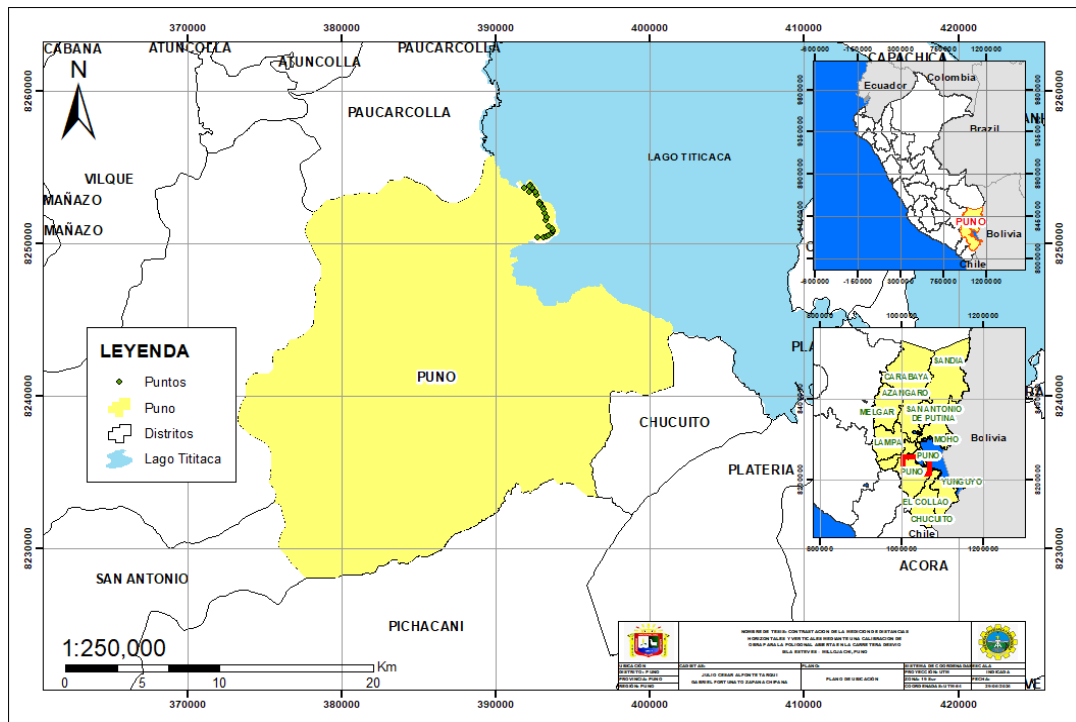
Coordenadas UTM

Norte	8250362.13
Este	392703.80
Zona	19S

Nota: Coordenadas UTM donde inicia el proyecto. Elaboración propia.

Figura 10

Mapa de ubicación



Nota: Elaboración propia con el software QGIS.

Figura 11

Representación satelital de los puntos



Nota: Imagen satelital de los puntos obtenido con el software Trimble y Google Earth.



3.2. MATERIALES

3.2.1. Datos:

- Puntos de control topográficos (local): Tenemos a “este, norte y cota de 24 hitos”.
- Puntos de control altimétrico: Son cotas producto de una compensación por punto de cambio, corroborada por el método de mínimos cuadrados. Datos previamente recolectados en campo, con nivel digital Sprinter 150M de la marca Leica, mediante nivelación geométrica compuesta, por tramos en toda la poligonal abierta.
- Puntos de control planimétrico: Son coordenadas locales producto de una compensación lineal y angular, corroborada por el método de mínimos cuadrados. Información previamente recolectados en campo, con Estación total C5 (1seg) de la marca Trimble, tomando mediciones directas e inversas o de tránsito, por tramos en toda la poligonal abierta. Al que consideramos como “este y norte”.
- Puntos de control geodésicos (Global): Son las coordenadas geográficas “latitud, longitud y altura elipsoidal de 24 puntos”. Medidos en la proyección UTM y exportados como geográficas, a través de receptores GNSS R8s de la marca Trimble en modo estático fijo (6 puntos) y RTK (18 puntos), para una mayor precisión.
- Puntos de control topográficos (locales) calibrados: De los 24 se consideró solo 21 puntos (este, norte, cota) ajustados y calibrados con el software TBC, quienes se mantuvieron dentro de la tolerancia de 2 cm. Considerar los términos calibrado (C) a los datos a los datos obtenidos con GNSS,



replanteados “con archivo de calibración” y sin calibrar (SC) a los datos obtenidos con estación total, replanteados “sin archivo de calibración”, que fueron tomados como objeto de análisis en la presente tesis.

3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de Investigación

Según Esteban Nieto (2018), sostiene que este tipo de investigación es aplicada bajo los conceptos que tiene como objetivo la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos para abordar y resolver los desafíos reales asociados con la contrastación de las mediciones distancias horizontales y verticales mediante una calibración local de obra en la poligonal abierta.

3.3.2. Diseño de la investigación

No experimental de tipo transversal, puesto que se recopiló información numérica para describir y analizar la relación o diferencia entre variables en un breve y único momento en el tiempo, sin manipular variables (Hernández et al., 2014).

3.3.3. Nivel de la investigación

Es correlacional porque identifica la relación entre dos o más variables sin ninguna manipulación y nos permite determinar si existe una relación entre ellas, además de su dirección (ya sea positiva o negativa), e intensidad (Hernández et al., 2014).

3.3.4. Población

La poligonal abierta de la carretera, tramo desvío Isla Esteves-Millojachi,

Puno, abarca una distancia de 5.9 km.

3.3.5. Muestra

Es la parte representativa de la población, para su mejor estudio se trabajó con el total de los puntos contenidos en la población. Esta investigación presenta muestras no probabilísticas (21 puntos de control de la poligonal abierta) los cuales fueron seleccionados de manera objetiva.

3.3.6. Variables

Tabla 4

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORES	NATURALEZA
<u>Variable Dependiente (VD)</u>				
Variación de distancias verticales y horizontales calibrados (sin calibrar) en el sistema local (topográficas) de la poligonal abierta.	Acceptable	<0.02m	Intervalar	Cuantitativa
	No aceptable	>0.02m	Intervalar	Cuantitativa
<u>Variable Independiente (VI)</u>				
1. Distancias verticales calibrados (sin calibrar) en el sistema local (topográficas)	Acceptable	<0.02m	Intervalar	Cuantitativa
	No aceptable	>0.02m	Intervalar	Cuantitativa
2. Distancias horizontales calibrados (sin calibrar) en el sistema local (topográficas)	Acceptable	<0.02m	Intervalar	Cuantitativa
	No aceptable	>0.02m	Intervalar	Cuantitativa

Nota: Elaboración propia en base a la matriz de consistencia.



3.4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Metodología para el primer objetivo

Para comparar las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control, bajo los siguientes procedimientos:

3.4.1.1. Reconocimiento

El área donde se colocó el punto geodésico reunió las siguientes condiciones (cielo despejado sobre los 10° desde el horizonte, se evitó en lo posible construcciones de mampostería, líneas de transmisión de energía o antenas de equipos de comunicación, espejos de agua, techos o cubiertas de materiales reflectantes u otros a menos de 50m.

3.4.1.2. Monumentación

Se colocó seis (06) puntos de control sobre pilares de hormigón de dimensiones 40*40*60cm, según especificación de la normativa establecida por la IGN, considerados a nivel del suelo. Y sobre este se colocará la identificación del punto geodésico fijándose en el centro de la parte superior del monumento. Teniendo en consideración que la inscripción del código de identificación en la placa de bronce se realizó previo de su fijación para que se considere puntos fijos.

También se estableció 18 hitos de concreto, con barilla de acero corrugado de ½ pulg. de 50 cm de longitud.

Figura 12

Descripción de la placa geodésica



Nota: Detalles que debe contener una placa geodésica. Por Instituto Geográfico Nacional (2015)

3.4.1.3. Trabajos de campo

En la toma de datos de los puntos de precisión geodésica de orden C. La técnica de posicionamiento diferencial del sistema de navegación global, en los trabajos de campo se formuló también los diarios de observación de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente del IGN (Ver anexo N°5).

3.4.1.4. Precisiones para puntos de orden “C”

Precisión Horizontal: Hasta 10.00 mm para una distancia no mayor a 100 km.

Precisión Vertical: Hasta 15.00 mm con una lectura de 900



registros (épocas o ciclos) como mínimo.

3.4.1.5. Materiales

Los materiales utilizados fueron los siguientes: hormigón, cemento, agua, fierro corrugado de ½”, placa de bronce, molde para el encofrado 40*40 cm, plancha para acabo, ocre, material de oficina, barreta, flexómetro, pala, combo.

3.4.1.6. Equipos e instrumentos

Se utilizo un nivel digital Leica modelo Sprinter 150M, mira electrónica, placa base de apoyo (sapo) y demás accesorios.

3.4.1.7. Softwares

- Microsoft office 2020

3.4.1.8. Trabajo de la nivelación

Al comenzar los trabajos de campo se procedió en analizar el área de estudio y la orografía del terreno para luego ubicar los puntos establecidos de la poligonal.

- Trabajo en campo

Primero, para iniciar con los trabajos de nivelación se hizo la verificación del equipo (nivel electrónico Leica Sprinter), lo cual debería estar calibrado y no presentar ninguna falla, posterior a ello se da inicio con los trabajos de nivelación por el método geométrico.

Segundo, se realiza la respectiva nivelación, como lecturas de vista

atrás y vista adelante, en un circuito de ida y vuelta entre los puntos UNAPC-001 y UNAPC-002.

Figura 13

Nivelación geométrica de la poligonal abierta



Nota: Proceso de la nivelación geométrica con el nivel electrónico de la poligonal, elaboración propia.

Tercero, los circuitos están conformados entre dos puntos, por ejemplo; UNAPC-002 y PC-03, PC-03 y PC-04, así sucesivamente por todos los puntos de control que conforman de la poligonal abierta.

- Trabajo en gabinete:

Primero, los trabajos de gabinete se realizó con apoyo del programa Excel, se ingresó los datos obtenidos de campo a una plantilla, con la siguiente operación: con la cota del punto UNAPC-01, se sumó la lectura de vista atrás y después se restó la lectura de vista adelante para obtener la cota de ese punto de cambio, hasta el punto UNAPC-02 y de igual manera se hizo el cálculo del retorno para hacer el cierre del circuito de nivelación, lo cual nos ayudó a obtener el cálculo de cotas y el error de la nivelación.

Y este procedimiento se hizo para todos los circuitos que comprende la poligonal abierta.

Tabla 5

Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-01 a UNAPC-02

IDA DE UNAPC-01 A UNAPC-02					
EST	Punto Visado	Vista Atrás	Altura de Instrumento	Vista Adelante	Cota
	UNAPC-01	2.3717	3824.0371		3821.6654
1		1.4111	3825.0629	0.3853	3823.6518
2		2.0751	3826.2358	0.9022	3824.1607
3		2.1314	3828.1228	0.2444	3825.9914
4		2.0576	3830.0452	0.1352	3827.9876
5		2.1925	3832.0985	0.1392	3829.9060
6		2.2922	3834.3615	0.0292	3832.0693
7		1.8540	3836.0093	0.2062	3834.1553
8	BM1			1.4272	3834.5821
8	BM1	2.6370	3837.2191		
9	UNAPC-02			0.7802	3836.4389
RETORNO DE UNAPC-02 A UNAPC-01					
9	UNAPC-02	0.7799	3837.2188		3836.4389
10	BM1			2.6367	3834.5821
10	BM1	0.3822	3834.9643		
11		0.3840	3832.9969	2.3514	3832.6129
12		0.6789	3831.6223	2.0535	3830.9434
13		0.4863	3829.8568	2.2518	3829.3705
14		0.5251	3828.0822	2.2997	3827.5571
15		0.2921	3826.0687	2.3056	3825.7766
16		1.1347	3825.0218	2.1816	3823.8871
17		0.3877	3824.0303	1.3792	3823.6426
18	UNAPC-01			2.3638	3821.6665

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Segundo: Luego de obtener los datos de la nivelación, se procedió para encontrar el error de cierre que es la cota inicial menos la cota final. Después de saber el resultado del error de cierre se hace la siguiente operación con la fórmula que propone (Mendoza, 2019), que es $\pm 0.01 * \sqrt{k}$ donde “k” es la distancia en km entre los puntos UNAPC-01 y UNAPC-02. Al conocer el resultado del error máximo tolerable para la



nivelación de precisión se interpreta lo siguiente, que el error de cierre sea menor que la tolerancia para así decir que es aceptable nuestra nivelación, y de igual manera se hizo para la tolerancia de alta precisión. Por último, con los resultados obtenidos nos damos cuenta que nuestra nivelación es aceptable o en caso contrario no concuerda con lo mencionado se tendrá que realizar nuevamente la nivelación y este procedimiento se hizo para cada circuito de nivelación. Las ecuaciones utilizadas y mencionada anteriormente fueron las siguientes:

$$E_n = Q_f - Q_i$$

Donde:

E_n = error de cierre

Q_f = cota final

Q_i = cota inicial

$$E_{max} = \pm 0.01\sqrt{k}$$

$$E_{max} = \pm 0.004\sqrt{k}$$

Donde:

E_{max} : Error máximo tolerable (m).

k : Número de kilómetros del itinerario.

Tabla 6

Cuadro de resultados

Error	-0.0011
NIVELACIÓN DE PRECISIÓN	0.00615 ACEPTABLE
NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN	0.00246 ACEPTABLE

Nota: La nivelación de precisión (0.00615 m) y de alta precisión (0.00246 m) tiene como error de tolerancia máxima lo cual muestra la tabla, y nuestro error de cierre



(0.0011 m) tiene que ser menor que las tolerancias mencionadas, para decir que es aceptable nuestra nivelación en ambas tolerancias.

Tercero, con los resultados de tolerancia de la nivelación de precisión y alta precisión son aptos, se nos indicó que está bien nuestra nivelación para luego a hacer una compensación por el método de puntos de cambio. Esta compensación consiste en la dividir entre el error de cierre y el número de puntos de cambio que se hizo en el circuito, con el resultado obtenido se le debe sumar a cada cota, empezando desde el primer el punto de cambio que se hizo hasta el final de cierre del circuito de nivelación. Y esto se hizo en todos los circuitos de nivelación de la poligonal, la fórmula empleada de puntos de cambio que es la siguiente expresión:

$$C = -\frac{E_n}{N}$$

Donde:

E_n = Error de cierre

N = Número de puntos de cambio

Tabla 7

Cuadro de compensación

NIVELACIÓN							
IDA DE UNAPC-01 A UNAPC-02							
EST	Punto Visado	Vista Atrás	Altura de Instrumento	Vista Adelante	Cota	Compensación	Cota Compensada
	UNAPC-01	2.3717	3824.0371		3821.665400		
1		1.4111	3825.0629	0.3853	3823.6518	-0.00006111	3823.65173889
2		2.0751	3826.2358	0.9022	3824.1607	-0.00012222	3824.16057778
3		2.1314	3828.1228	0.2444	3825.9914	-0.00018333	3825.99121667
4		2.0576	3830.0452	0.1352	3827.9876	-0.00024444	3827.98735556
5		2.1925	3832.0985	0.1392	3829.9060	-0.00030556	3829.90569444
6		2.2922	3834.3615	0.0292	3832.0693	-0.00036667	3832.06893333
7		1.8540	3836.0093	0.2062	3834.1553	-0.00042778	3834.15487222
8	BM1			1.4272	3834.5821	-0.00048889	3834.58161111
8	BM1	2.6370	3837.2191				
9	UNAPC-02			0.7802	3836.4389	-0.00055000	3836.43835000



RETORNO DE UNAPC-02 A UNAPC-01							
9	UNAPC-02	0.7799	3837.2188		3836.4389	-0.00055000	3836.43835000
10	BM1			2.6367	3834.5821	-0.00061111	3834.58148889
10	BM1	0.3822	3834.9643				
11		0.3840	3832.9969	2.3514	3832.6129	-0.00067222	3832.61222778
12		0.6789	3831.6223	2.0535	3830.9434	-0.00073333	3830.94266667
13		0.4863	3829.8568	2.2518	3829.3705	-0.00079444	3829.36970556
14		0.5251	3828.0822	2.2997	3827.5571	-0.00085556	3827.55624444
15		0.2921	3826.0687	2.3056	3825.7766	-0.00091667	3825.77568333
16		1.1347	3825.0218	2.1816	3823.8871	-0.00097778	3823.88612222
17		0.3877	3824.0303	1.3792	3823.6426	-0.00103889	3823.64156111
18	UNAPC-01			2.3638	3821.6665	-0.00110000	3821.66540000

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Cuarto, de igual modo se comprobó con el método de compensación por mínimos cuadrados, este método se desarrolla a través de matrices, lo cual para nuestra nivelación teníamos que tener los siguientes datos.

Para la (tabla 8) se necesitó los siguientes datos como la diferencia de cotas de dos puntos de cada circuito de nivelación por el método compuesto, también su distancia en metros y por último en valor de “P” denominado peso que viene a ser la inversa de la distancia (1/distancia). Estos datos son de cada circuito de nivelación y se observa en la (tabla 8).

Tabla 8

Valores para el método por mínimos cuadrados

Tramo	Desde	Hasta	Diferencia de cotas	Distancia(m)	Peso
1	UNAPC-001	UNAPC-002	-14.7735	378.0587	0.002645
2	UNAPC-002	PC3	-8.5594	199.8896	0.005003
3	PC3	PC4	-6.9299	173.8318	0.005753
4	PC4	PC5	-12.5851	213.1696	0.004691
5	PC5	PC6	-7.9125	134.4600	0.007437
6	PC6	PC7	-7.1168	93.7424	0.010668
7	PC7	PC8	-11.0829	162.6928	0.006147
8	PC8	PC9	9.4863	254.6927	0.003926
9	PC9	PC10	-2.4881	441.2020	0.002267



10	PC10	PC11	-4.1650	205.2501	0.004872
11	PC11	PC12	7.4409	257.0623	0.003890
12	PC12	PC13	10.8369	306.1375	0.003267
13	PC13	PC14	1.6052	74.0821	0.013499
14	PC14	UNAPC-03	6.6909	90.9061	0.011000
15	UNAPC-03	UNAPC-04	9.0895	255.5304	0.003913
16	UNAPC-04	PC15	-1.7098	145.4223	0.006877
17	PC15	PT15	2.3082	462.4559	0.002162
18	PT15	PT16	-4.9605	219.7589	0.004550
19	PT16	PC17	-10.7348	316.2993	0.003162
20	PC17	PC18	4.6002	233.2917	0.004286
21	PC18	PC19	2.2432	94.8674	0.010541
22	PC19	UNAPC-05	14.7851	380.9169	0.002625
23	UNAPC-05	UNAPC-06	28.5081	391.8952	0.002552
24	UNAPC-06	UNAPC-01	-4.5762	3360.3204	0.000298

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Para la Tabla 9 se necesito los siguientes datos que son las diferencias de cotas y se puso un valor como (-1) y (1) a cada punto de control de la poligonal abierta para asi formar la matriz “B” y demas matrices. Lo mencionado se muestra en la tabla 9.

Quinto, con los valores dados a nuestros 24 puntos de la poligonal, se procedió a crear la matriz “B” considerando los valores (1 y -1) como características asociadas a cada punto control, “P” es la matriz de pesos de los puntos de control, “W” representa a una matriz de diferencia de los puntos, “ B^T ” es la matriz viene a ser a matriz transpuesta de la matriz “B”, estas matrices mencionadas fueron las primordiales para este método de mínimos cuadrados, ver anexo N.º 3. Después de ellos se comenzó a desarrollar las siguientes matrices: Anexo N. º3

$Matriz = B^T * P$; es la multiplicación entre la matriz “ B^T ” y “P”.

$Matriz = B^T * P * B$; resultado de la matriz anterior multiplicado con la matriz “B”

$Matriz = (B^T * P * B)^{-1}$; con el resultado de la matriz anterior se



hizo la inversa de dicha matriz.

$Matriz = (B^T * P * B)^{-1} * B^T$; resultado de la matriz anterior, se

multiplique con la matriz “ B^T ”

$Matriz = (B^T * P * B)^{-1} * B^T * P$; resultado de la matriz anterior, se

multiplique con la matriz “ P ”

$Matriz = (B^T * P * B)^{-1} * B^T * P * W$; resultado de la matriz

anterior, se multiplico con la matriz “ W ”.

Tabla 9

Valores para las matrices

Tramo	Diferencia de cotas	Datos para la matriz “B”	
1	-14.7735	-1	UNAPC-002
2	-8.5594	-1	PC3 1 UNAPC-002
3	-6.9299	-1	PC4 1 PC3
4	-12.5851	-1	PC5 1 PC4
5	-7.9125	-1	PC6 1 PC5
6	-7.1168	-1	PC7 1 PC6
7	-11.0829	-1	PC8 1 PC7
8	9.4863	-1	PC9 1 PC8
9	-2.4881	-1	PC10 1 PC9
10	-4.1650	-1	PC11 1 PC10
11	7.4409	-1	PC12 1 PC11
12	10.8369	-1	PC13 1 PC12
13	1.6052	-1	PC14 1 PC13
14	6.6909	-1	UNAPC-03 1 PC14
15	9.0895	-1	UNAPC-04 1 UNAPC-03
16	-1.7098	-1	PC15 1 UNAPC-04
17	2.3082	-1	PT15 1 PC15
18	-4.9605	-1	PT16 1 PT15
19	-10.7348	-1	PC17 1 PT16
20	4.6002	-1	PC18 1 PC17
21	2.2432	-1	PC19 1 PC18
22	14.7851	-1	UNAPC-05 1 PC19
23	28.5081	-1	UNAPC-06 1 UNAPC-05
24	-4.5762	-1	UNAPC-01 1 UNAPC-06

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Breve desarrollo de las matrices con los datos de las tablas ya mencionadas, ver tablas completas en el anexo N.º 3.

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 0.002 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.005 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.005 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0.002 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0.002 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0.0001 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} -14.7735 \\ -8.5594 \\ -6.9299 \\ \vdots \\ 14.7851 \\ 28.5081 \\ -4.5762 \end{bmatrix} \quad B^T = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B^T * P = \begin{bmatrix} -0.002 & 0.005 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.005 & 0.0055 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.0055 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0.0026 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -0.0026 & 0.0025 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -0.0025 & 0.00018 \end{bmatrix}$$

$$B^T * P * B = \begin{bmatrix} 0.007 & -0.005 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ -0.005 & 0.0107 & -0.0055 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.0055 & 0.0102 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0.0131 & -0.0026 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -0.0026 & 0.0051 & -0.0025 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -0.0025 & 0.0027 \end{bmatrix}$$

$$(B^T * P * B)^{-1}$$

$$= \begin{bmatrix} 365.333192 & 358.693854 & 352.454318 & \dots & 215.841962 & 202.707097 & 189.191375 \\ 358.693854 & 541.189685 & 531.775607 & \dots & 325.657779 & 305.840172 & 285.447938 \\ 352.454318 & 531.775607 & 700.298647 & \dots & 428.860781 & 402.762850 & 375.908188 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 215.841962 & 325.657779 & 428.860781 & \dots & 2688.452968 & 2524.849619 & 2356.502453 \\ 202.707097 & 305.840172 & 402.762850 & \dots & 2524.849619 & 2728.881852 & 2546.930609 \\ 189.191375 & 285.447938 & 375.908188 & \dots & 2356.502453 & 2546.930609 & 2742.880391 \end{bmatrix}$$



$$(B^T * P * B)^{-1} * B^T$$

$$= \begin{bmatrix} -365.333192 & 6.639339 & 6.239535 & & 13.134865 & 13.515722 & 189.191375 \\ -358.693854 & -182.495832 & 9.414079 & \dots & 19.817607 & 20.392235 & 285.447938 \\ -352.454318 & -179.321288 & -168.523040 & & 26.097931 & 26.854662 & 375.908188 \\ & \vdots & & \ddots & & \vdots & \\ -215.841962 & -109.815817 & -103.203002 & & 163.603349 & 168.347166 & 2356.502453 \\ -202.707097 & -103.133075 & -96.922678 & \dots & -204.032233 & 181.951243 & 2546.930609 \\ -189.191375 & -96.256563 & -90.460250 & & -190.428156 & -195.949781 & 2742.880391 \end{bmatrix}$$

$$(B^T * P * B)^{-1} * B^T * P$$

$$= \begin{bmatrix} -0.965512 & 0.034488 & 0.034488 & & 0.034488 & 0.034488 & 0.034488 \\ -0.947966 & -0.947966 & 0.052034 & \dots & 0.052034 & 0.052034 & 0.052034 \\ -0.931476 & -0.931476 & -0.931476 & & 0.068524 & 0.068524 & 0.068524 \\ & \vdots & & \ddots & & \vdots & \\ -0.570433 & -0.570433 & -0.570433 & & 0.429567 & 0.429567 & 0.429567 \\ -0.535720 & -0.535720 & -0.535720 & \dots & -0.535720 & 0.464280 & 0.464280 \\ -0.500000 & -0.500000 & -0.500000 & & -0.500000 & -0.500000 & 0.500000 \end{bmatrix}$$

$$(B^T * P * B)^{-1} * B^T * P * W = \begin{bmatrix} 14.7735 \\ 23.3329 \\ 30.2628 \\ 42.8479 \\ 50.7604 \\ 57.8772 \\ 68.9601 \\ 59.4738 \\ 61.9619 \\ 66.1269 \\ 58.6860 \\ 47.8491 \\ 46.2439 \\ 39.5530 \\ 30.4635 \\ 32.1733 \\ 29.8651 \\ 34.8256 \\ 45.5604 \\ 40.9602 \\ 38.7170 \\ 23.9319 \\ -4.5762 \end{bmatrix}$$

Con el resultado de la última matriz desarrollada, con cota conocida del punto UNAPC-001 se le sumo el (14.7735 m), teniendo como resultado la cota del siguiente punto. Y así sucesivamente hasta el último punto de la poligonal.

Por último, se compararon los resultados de los 24 puntos de control por el método de compensación sobre los puntos de cambio (cota anterior)

y mínimos cuadrados (cota final), lo que se puede ver en la Tabla N.º 10 y obteniendo variaciones igual a cero.

Tabla 10

Comparación de cotas por dos métodos

COMPARACIÓN DE COTAS			
Punto	Cota Anterior	Cota Final	Diferencia de cotas
UNAPC-001	3821.6654	3821.6654	0.0000
UNAPC-002	3836.4389	3836.4389	0.0000
PC3	3844.9983	3844.9983	0.0000
PC4	3851.9282	3851.9282	0.0000
PC5	3864.5133	3864.5133	0.0000
PC6	3872.4258	3872.4258	0.0000
PC7	3879.5426	3879.5426	0.0000
PC8	3890.6255	3890.6255	0.0000
PC9	3881.1392	3881.1392	0.0000
PC10	3883.6273	3883.6273	0.0000
PC11	3887.7923	3887.7923	0.0000
PC12	3880.3514	3880.3514	0.0000
PC13	3869.5145	3869.5145	0.0000
PC14	3867.9093	3867.9093	0.0000
UNAPC-003	3861.2184	3861.2184	0.0000
UNAPC-004	3852.1289	3852.1289	0.0000
PC15	3853.8387	3853.8387	0.0000
PT15	3851.5305	3851.5305	0.0000
PT16	3856.4910	3856.4910	0.0000
PT15	3867.2258	3867.2258	0.0000
PC18	3862.6256	3862.6256	0.0000
PC19	3860.3824	3860.3824	0.0000
UNAPC-005	3845.5973	3845.5973	0.0000
UNAPC-006	3817.0892	3817.0892	0.0000

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

3.4.2. Metodología para el segundo objetivo

Comparar las mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS.

3.4.2.1. Equipos e instrumentos

Se utilizó un receptor GNSS trimble R10 (configuración base), receptor GNSS trimble R8s (configuración móvil) y sus accesorios, también una laptop i7 de 9na generación para el post-procesamiento.

3.4.2.2. Softwares

- Trimble Business Center - TBC
- AutoCAD Civil 3D 2023 (licencia educativa)

Primero, se realizó el levantamiento en modo RTK (Procesamiento cinético en tiempo real) mediante receptores GNSS, con el que recolectamos posicionamiento en coordenadas proyectadas UTM (universal transversal de mercator) Este, Norte y h altura elipsoidal con una media de 10 min por punto Tabla 11. En función a los puntos UNAPC-001 al UNAPC-006, levantados en modo estático y fueron la base de la recolección de información. Los datos de medición estático se convirtieron posteriormente a coordenadas topográficas para que se inicien los trabajos de la poligonal de apoyo, con estación total.

Tabla 11

Datos obtenidos del levantamiento RTK con GNSS

Punto	Norte	Este	Altura Elipsoidal
GPSPC3	8250466.0732	393273.7471	3890.3124
GPSPC4	8250545.4896	393428.2083	3897.5955
GPSPC5	8250666.4605	393603.5013	3910.1678
GPSPC6	8250756.8176	393702.9160	3918.0947
GPSPC7	8250850.3298	393697.6303	3925.1757
GPSPC8	8250993.9897	393621.5763	3936.2652
GPSPC9	8251131.7820	393407.6406	3926.7825
GPSPC10	8251527.6522	393213.7177	3929.2823
GPSPC11	8251725.3104	393268.3527	3933.4270



GPSPC12	8251943.8327	393133.3936	3926.1463
GPSPC13	8252247.9488	393100.6768	3915.2809
GPSPC14	8252318.2917	393077.6406	3913.9295
GPSPC15	8252705.7447	392787.1751	3899.4770
GPSPT15	8253137.1462	392621.6890	3897.1352
GPSPT16	8253339.9883	392537.6406	3902.0893
GPSPC17	8253609.0498	392371.8847	3912.8251
GPSPC18	8253803.5824	392243.5881	3908.2366
GPSPC19	8253732.9329	392180.3482	3906.1397
UNAPC-001	8250364.9442	392711.8924	3867.4278
UNAPC-002	8250389.9051	393089.1262	3882.1285
UNAPC-003	8252380.5660	393011.5182	3907.0277
UNAPC-004	8252570.7175	392840.8190	3897.9466
UNAPC-005	8253356.6653	392123.5904	3891.3752
UNAPC-006	8253604.9694	391820.8312	3862.8989

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Segundo, para la poligonal abierta se realizó la medición de distancias angulares por reiteración para cerciorarnos del ángulo entre cada dos rectas y puntos. Se realizó una medición directa y otra invertida (o de tránsito) con un total de 4 ciclos por cada separación angular como se muestra en la (tabla 12). El proyecto se ejecutó en dos tramos (1 y 2) para un mejor control, lo que se observa en las tablas 13 y 14.

Tabla 12

Medición de ángulos horizontales por el método de reiteración con estación total

			Grado	Minuto	Segundo	Línea de referencia	Distancia
1ra SERIE	DIRECTO	UNAPC-002	0	0	0	PC3--UNAPC-002	192.513
		PC4	174	34	19	PC3--PC4	180.921
	INVERTIDO	UNAPC-002	180	0	0	PC3--UNAPC-002	192.512
		PC4	354	34	10	PC3--PC4	180.921
2da SERIE	DIRECTO	UNAPC-002	90	0	0	PC3--UNAPC-002	192.513
		PC4	264	34	13	PC3--PC4	180.921
	INVERTIDO	UNAPC-002	269	59	58	PC3--UNAPC-002	192.512
		PC4	84	34	5	PC3--PC4	180.921
3ra SERIE	DIRECTO	UNAPC-002	180	0	0	PC3--UNAPC-002	192.514



4da SERIE	INVERTIDO	PC4	354	34	14	PC3--PC4	180.921
		UNAPC-002	359	59	59	PC3--UNAPC-002	192.514
	DIRECTO	PC4	174	34	6	PC3--PC4	180.920
		UNAPC-002	270	0	0	PC3--UNAPC-002	192.514
	INVERTIDO	PC4	84	34	16	PC3--PC4	180.920
		UNAPC-002	89	59	59	PC3--UNAPC-002	192.514
		PC4	264	34	3	PC3--PC4	180.920

Nota: Se considera PC3 como punto de estación, UNAPC-002 como vista atrás y PC4 vista adelante. Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 13

Tramo 1 lectura de ángulos

VISTA ATRÁS	ESTACIÓN	VISTA ADELANTE	ÁNGULOS			DISTANCIA
			Grado	Minuto	Segundo	
UNAPC-001	UNAPC-002	PC3	161	22	0.00	199.88960
UNAPC-002	PC3	PC4	175	12	32.00	173.83180
PC3	PC4	PC5	172	36	1.00	213.16960
PC4	PC5	PC6	172	20	32.00	134.4600
PC5	PC6	PC7	129	1	55.00	93.74240
PC6	PC7	PC8	155	20	21.00	162.69280
PC7	PC8	PC9	150	40	52.00	254.69270
PC8	PC9	PC10	211	7	0.00	441.20200
PC9	PC10	PC11	221	32	59.00	205.25010
PC10	PC11	PC12	132	50	57.00	257.06230
PC11	PC12	PC13	205	33	33.00	306.13750
PC12	PC13	PC14	168	0	28.00	74.08210
PC13	PC14	UNAPC-003	151	24	59.00	90.90610

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Los cálculos trabajados en el programa Excel de Microsoft 365 consideran las siguientes descripciones (Anexo 4):

- Azimut (Z): Es igual a (Z anterior + Ángulo)-180
- Unitario X: Es el Sen(Z); el azimut Z debe estar en radianes.
- Unitario Y: Es el Cos(Z); el azimut Z debe estar en radianes.
- Distancia Corregida: Es la longitud entre dos puntos multiplicado por el factor de corrección igual a 1.



- Las coordenadas parciales:
- En Este: Es igual a la suma de la coordenada Este inicial y el producto del unitario X con la distancia corregida.
- En Norte: Es igual a la suma de la coordenada Norte inicial y el producto del unitario Y con la distancia corregida.
- E (X, Y): Es el error lineal que resulta de la raíz cuadrada la suma de los cuadrados del error en X e Y.
- DY: Es igual a la coordenada parcial Norte menos la coordenada parcial anterior.
- DX: Es igual a la coordenada parcial Este menos la coordenada parcial anterior.
- Distancias parciales: $\sqrt{(DX)^2 + (DY)^2}$
- CY: (Error lineal en Y) / perímetro
- CX: (Error lineal en X) / perímetro
- DY compensado: (CY * Distancia parcial) + DY
- DX compensado: (CX * Distancia parcial) + DX
- Distancias compensadas:
$$\sqrt{(DX\text{compensado})^2 + (DY\text{compensado})^2}$$
- Coordenadas absolutas:
Este(X): Coordenada anterior + DY compensado.
Norte(Y): Coordenada anterior + DX compensado.
- Error relativo: Fue mencionado en el marco teórico.



Tabla 14

Tramo 2 lectura de ángulos

VISTA ATRÁS	ESTACIÓN	VISTA ADELANTE	ÁNGULOS			DISTANCIA
			Grado	Minuto	Segundo	
UNAPC-003	UNAPC-004	PC15	200	14	51.0000	145.4223000
UNAPC-004	PC15	PT15	180	40	49.0000	462.4559000
PC15	PT15	PT16	178	28	48.0000	219.7589000
PT15	PT16	PC17	170	52	19.0000	316.2993000
PT16	PC17	PC18	178	13	46.0000	233.2917000
PC17	PC18	PC19	75	14	16.0000	94.8674000
PC18	PC19	UNAPC-005	146	44	43.0000	380.9169000
PC19	UNAPC-005	UNAPC-006	59	13	18.0000	391.8952000

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 15

Coordenadas geográficas levantadas con receptores GNSS

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA ORTOMÉTRICA (H)
PC3	S15.822313349	W69.996601097	3844.9983
PC4	S15.821602107	W69.995155396	3851.9282
PC5	S15.820516125	W69.993513366	3864.5133
PC6	S15.819703616	W69.992581163	3872.4258
PC7	S15.818858115	W69.992626391	3879.5426
PC8	S15.817556296	W69.993330149	3890.6255
PC9	S15.816301617	W69.995321508	3881.1392
PC10	S15.812714963	W69.997114563	3883.6273
PC11	S15.810930633	W69.996595717	3887.7923
PC12	S15.808949583	W69.997846065	3880.3514
PC13	S15.806199215	W69.998138043	3869.5145
PC14	S15.805562384	W69.998349996	3867.9093
PC15	S15.802047644	W70.001044603	3853.8387
PT15	S15.798141002	W70.002570384	3851.5305
PT16	S15.796303853	W70.003346012	3856.4910
PC17	S15.793864608	W70.004881465	3867.2258
PC18	S15.792100653	W70.006070507	3862.6256
PC19	S15.792736533	W70.006664036	3860.3824
UNAPC-001	S15.823203319	W70.001851576	3821.6654
UNAPC-002	S15.822993924	W69.998328262	3836.4389
UNAPC-003	S15.804996636	W69.998964562	3861.2184
UNAPC-004	S15.803270488	W70.000549782	3852.1289
UNAPC-005	S15.796135229	W70.007210709	3845.5973
UNAPC-006	S15.793877650	W70.010026044	3817.0892

Nota: Elaboración propia en base al software TBC y programa Excel.



Tabla 16

Resumen de coordenadas topográficas (local) de la poligonal abierta

N°	Punto	Coordenadas		Cota
		Norte (Y)	Este (X)	
1	UNAPC-001	8250365.081	392713.290	3821.665
2	UNAPC-002	8250390.064	393090.853	3836.439
3	PC3	8250466.297	393275.635	3844.998
4	PC4	8250545.782	393430.230	3851.928
5	PC5	8250666.859	393605.677	3864.513
6	PC6	8250757.296	393705.179	3872.426
7	PC7	8250850.889	393699.888	3879.543
8	PC8	8250994.676	393623.768	3890.626
9	PC9	8251132.588	393409.645	3881.139
10	PC10	8251528.804	393215.552	3883.627
11	PC11	8251726.636	393270.234	3887.792
12	PC12	8251945.348	393135.156	3880.351
13	PC13	8252249.729	393102.409	3869.515
14	PC14	8252320.132	393079.353	3867.909
15	UNAPC-003	8252382.458	393013.176	3861.218
16	UNAPC-004	8252572.773	392842.325	3852.129
17	PC15	8252707.918	392788.633	3853.839
18	PT15	8253139.688	392623.004	3851.531
19	PT16	8253342.705	392538.882	3856.491
20	PC17	8253611.999	392372.983	3867.226
21	PC18	8253806.745	392244.542	3862.626
22	PC19	8253736.058	392181.272	3860.382
23	UNAPC-005	8253359.396	392124.468	3845.597
24	UNAPC-006	8253607.907	391821.443	3817.089

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

3.4.3. Procedimiento de la calibración local para la investigación

Una vez obtenido las coordenadas topográficas compensadas (Local) (Anexo 4) y las coordenadas geográficas (Global) – RTK, se procede con la calibración local.

La siguiente tabla muestra la producción de la salida de una calibración cuando se suministran diversos datos.

Tabla 17

Muestra de la producción de una calibración

Proyección	Transformación de datum	Salida de resultados de la calibración
Sí	Sí	Ajuste horizontal y vertical.
Sí	No	Transformación de datum, ajuste horizontal y vertical.
No	Sí	Proyección Mercator transversal, ajuste horizontal y vertical.
No	No	Proyección Mercator transversal, transformación de datum de cero, ajuste horizontal y vertical.

Nota: Elaboración propia en base a metodologías Trimble Access y TBC.

El siguiente diagrama muestra el orden de los cálculos realizados, los datos de entrada y salida, cuando se calcula una calibración. Sin embargo, debemos recordar lo siguiente: Altura elipsoidal (h) y altura ortométrica (H).

Importación de puntos en el software TBC v.2023, dentro del icono “Absoluto”, editor de importación personalizada. Se utilizó este modo, por ser primera importación y para evitar inconvenientes comunes en el proceso (Figura 15). Los datos del formato (.csv) están delimitados por comas, en el programa Excel de Microsoft 365. De lo contrario, el software no aceptará los archivos a importar. La otra forma es arrastrando el archivo Excel en la vista en planta, previa configuración.

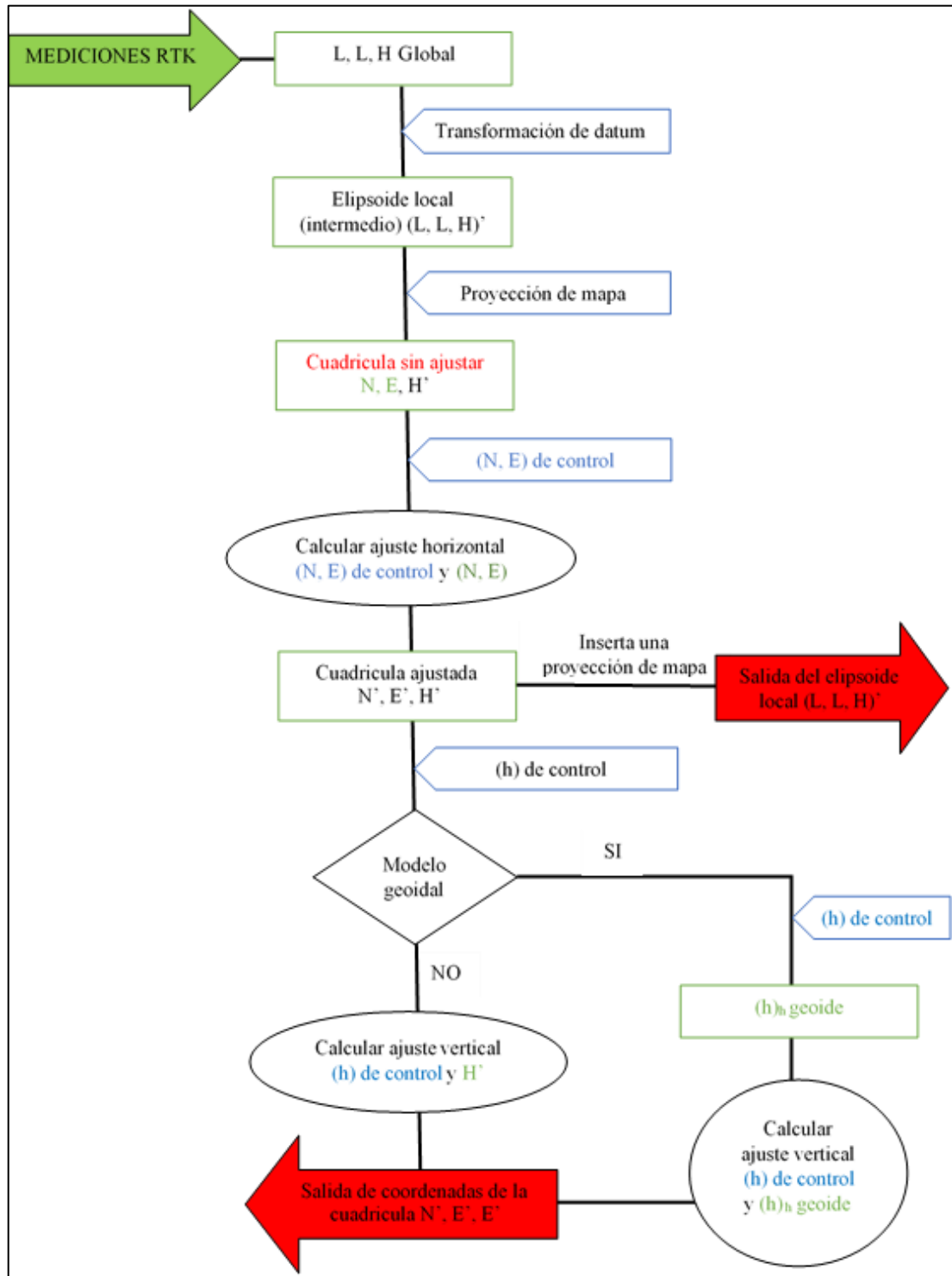
Primero, se insertaron los puntos de control en coordenadas geográficas levantados con receptores GNSS en formato P, L, L, h, código (Global) (Figura 16).

Segundo, se insertaron también datos de los puntos de control en coordenadas P, N, E, elevación (desconocido), levantados con Estación total (Figura 18). Se consideró la misma altura (Tabla 16) de la nivelación geométrica

para los archivos de importación global y local utilizados en la calibración.

Figura 14

Diagrama de Flujo

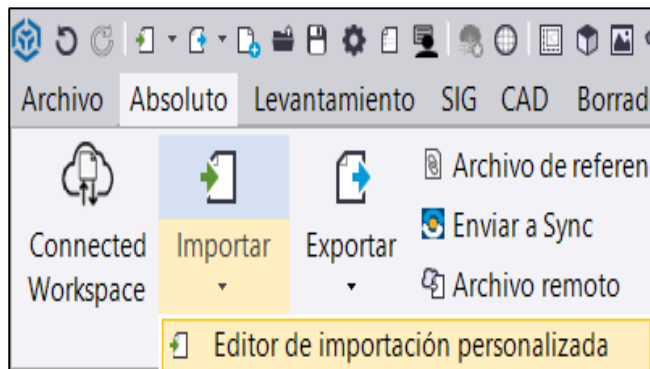


Nota: Diagrama de flujo utilizado para la calibración local por elaboración propia en base a metodologías

Trimble Access y TBC.

Figura 15

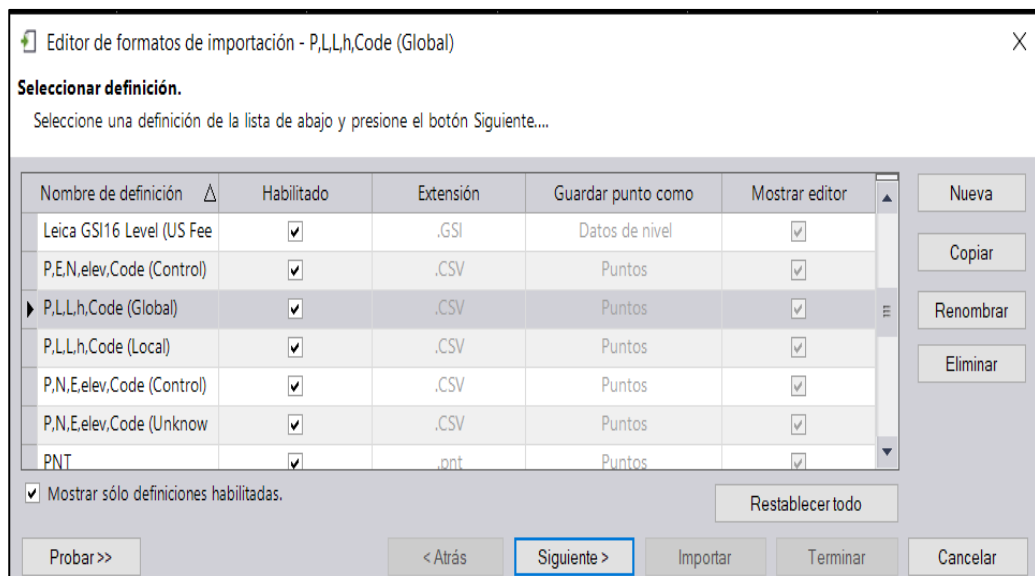
Importación de puntos global



Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Figura 16

Importación de las coordenadas geográficas P, L, L, h, Código (Global)



Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

En la selección de las propiedades generales, para el archivo de puntos Global, según la calidad de coordenada es de “control”; las demás propiedades se ejecutaron tal como se muestra en la figura 17. Sin embargo, para los puntos Local, la coordenada tiene una calidad “desconocido” (Figura 18 y 19). Recordemos que las coordenadas locales son topográficas.

Figura 17

Propiedades generales a considerar

Editor de formatos de importación - P,L,h,Code (Global)

Seleccionar las propiedades generales.
La selección de estas propiedades afecta el modo como funciona la definición.

Delimitador: punto y c
Guardar datos como: Puntos
Extensión por defecto: .CSV
 Mostrar editor al importar

Calificador de texto: ninguno
Cantidad de líneas de cabecera que omitir: 0
Iniciar numeración de ID sin definir: ?
Elevación sin definir:
 Definiciones variables de tipos de fila
 Importar solo como puntos de cuadrícula, que se pueden mover o elevar, pero no transformar con los cambios de sistemas de coordenadas.
Calidad de coordenada: Control

Probar >> < Atrás **Siguiente >** Importar Terminar Cancelar

Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Figura 18

Importación de las coordenadas locales formato P, N, E, elevación, Código

Editor de formatos de importación - P,N,E,elev,Code (Unknown)

Seleccionar definición.
Seleccione una definición de la lista de abajo y presione el botón Siguiente....

Nombre de definición	Habilitado	Extensión	Guardar punto como	Mostrar editor
P,N,E,elev,Code (Control)	<input checked="" type="checkbox"/>	.CSV	Puntos	<input checked="" type="checkbox"/>
P,N,E,elev,Code (Unknown)	<input checked="" type="checkbox"/>	.CSV	Puntos	<input checked="" type="checkbox"/>
PNT	<input checked="" type="checkbox"/>	.pnt	Puntos	<input checked="" type="checkbox"/>
ProMark Field	<input checked="" type="checkbox"/>	.CSV	Puntos	<input type="checkbox"/>
SiteVision CSV	<input checked="" type="checkbox"/>	.csv	Puntos	<input checked="" type="checkbox"/>
STARxNET Level Data	<input checked="" type="checkbox"/>	.dat	Datos de nivel	<input checked="" type="checkbox"/>
STARxNET with HzDist	<input checked="" type="checkbox"/>	.dat	Datos de nivel	<input checked="" type="checkbox"/>

Mostrar sólo definiciones habilitadas. Restablecer todo

Probar >> < Atrás **Siguiente >** Importar Terminar

Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Figura 19

Configuración de las propiedades generales de puntos locales.

Editor de formatos de importación - P,N,E,elev,Code (Unknown)

Seleccionar las propiedades generales.
La selección de estas propiedades afecta el modo como funciona la definición.

Delimitador: punto y c
Guardar datos como: Puntos
Extensión por defecto: .CSV
 Mostrar editor al importar

Calificador de texto: ninguno
Cantidad de líneas de cabecera que omitir: 0
Iniciar numeración de ID sin definir: ?
Elevación sin definir:
 Definiciones variables de tipos de fila
 Importar solo como puntos de cuadrícula, que se pueden mover o elevar, pero no transformar con los cambios de sistemas de coordenadas.
Calidad de coordenada: Desconocido

Probar << < Atrás Siguiente > Importar Terminar Cancelar

F:\JULIO CESAR\Levantamientos\PROYECTO\5_ CALIBRACION\DATOS\2_DATA SELECCIONADA DE LAS CA...\LEV_LOCAL.csv Archivo de lectura

Vista previa importación

ID de punto	Norte	Este	Elevación	Código de característica
UNAPC-001	8250365.0800	392713.2936	3820.5220	
UNAPC-002	8250390.0625	393090.8542	3835.2955	
PC3	8250462.2002	393269.3404	3843.8549	
PC4	8250545.5634	393429.9100	3850.7848	

Vista archivo

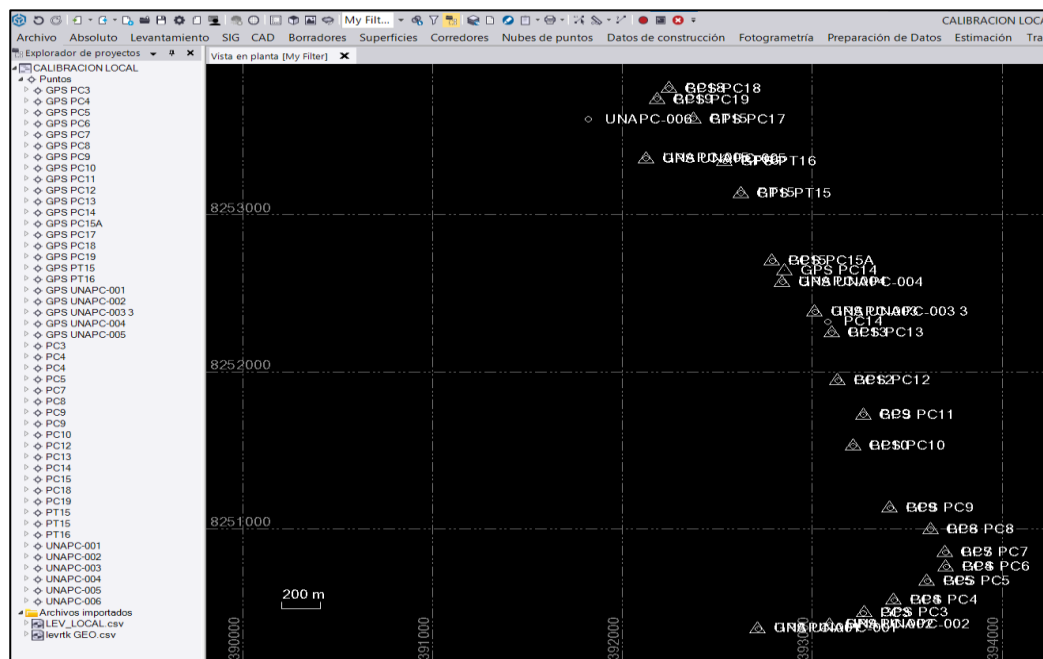
- UNAPC-001;8250365.0800;392713.2936;3820.5220
- UNAPC-002;8250390.0625;393090.8542;3835.2955
- PC3;8250462.2002;393269.3404;3843.8549
- PC4;8250545.5634;393429.9100;3850.7848
- PC5;8250666.8586;393605.6708;3863.3699

Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

En la figura 20 podemos visualizar los puntos importados, tanto en coordenadas geográficas y locales, los cuales deben ser próximos. Aquello es una muestra visual (error relativo aceptable) de que la poligonal de apoyo ejecutada con la estación total, y la poligonal geodésica realizada con receptores GNSS obtuvieron un posicionamiento adecuado y no presentaron interferencia que altere la misma.

Figura 20

Puntos importados



Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Calibración de obra con el software TBC: En las opciones de configuración, se activó el ajuste vertical y horizontal para que se realice un ajuste completo, tal como se aprecia en la Figura 21.

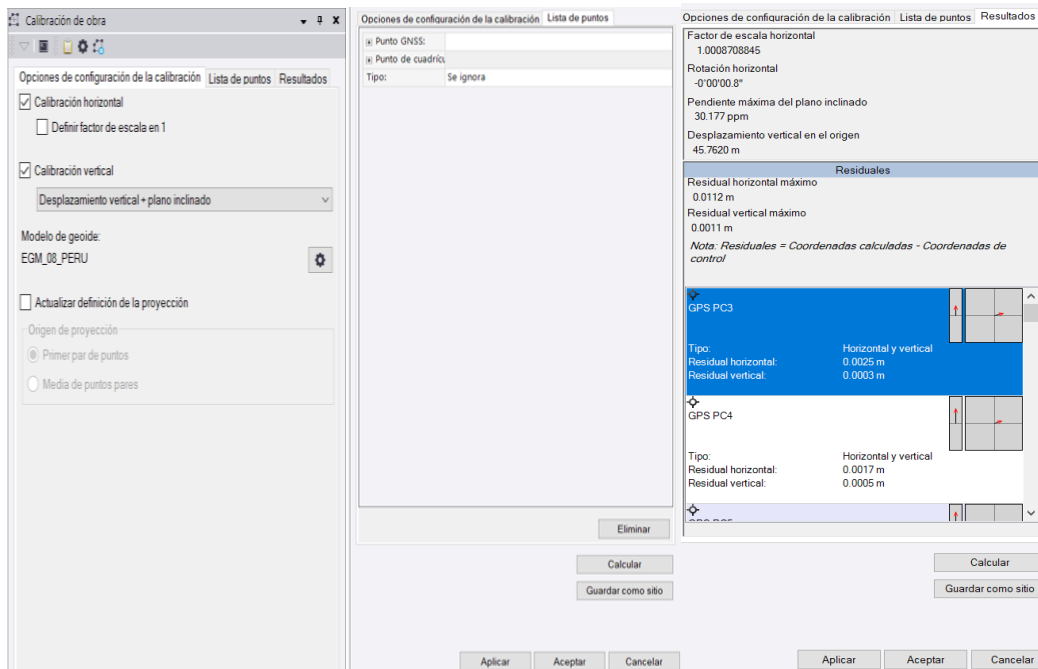
Otra ventana es la lista de puntos: Aquí seleccionamos dos tipos, uno Global del receptor GNSS, y el otro en coordenadas locales de la Estación total. Formando pares de puntos con similar descripción (Ej. GPS PC3 y PC3, GPS PC4 y PC4 y así sucesivamente), los cuales comparten un mismo hito (Figura 21).

En la ventana de resultados: Observamos los residuales en vertical y horizontal, que por recomendación deben ser inferiores a los 0.02m para poder aceptar la calibración local. Estos residuales se analizaron por cada par de puntos; en nuestro caso fue aceptado ya que estamos dentro del rango (figura 21).

Para finalizar, guardamos como sitio local (figura 21).

Figura 21

Ajuste horizontal y vertical con el modelo de geoide vertical EGM 2008 para Perú.

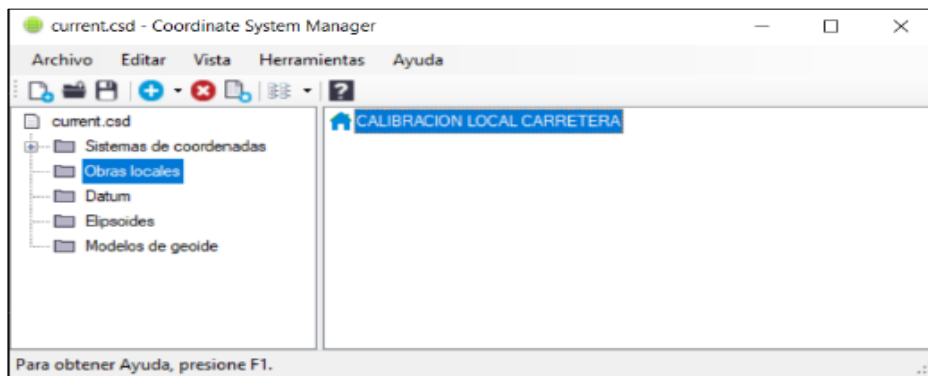


Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Para cerciorarnos que se guardó correctamente, recurrimos al icono de coordenada system manager “Administrador del sistema de coordenadas” para verificar el nuevo sistema local calibrado, en nuestro caso fue guardado como “Calibración local carretera” (Figura 22).

Figura 22

Verificación del sistema calibrado



Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Para visualizar los parámetros de la reciente calibración local: Tenemos al datum, modelo geoidal, ajuste global, ajuste horizontal, ajuste vertical y ubicación (ver figura 23).

Figura 23

Visualización de los parámetros de la calibración

Propiedades de obra local - CALIBRACION LOCAL CARRETERA

Parámetros de obra

Datum

Modelo geoidal

Ajuste global

Ajuste horizontal

Ajuste vertical

Ubicación

Nombre: CALIBRACION LOCAL CARRETERA

Exportar nombre: CALIBRACION LOCAL CARRETERA

Sistema de coordenadas de base

Grupo: World wide/UTM

Sistema: 19 South (1)

Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

- Datum: Corresponde al WGS 1984(1) y consideramos el método de Molodensky, porque inicialmente no se consideró el Geoide vertical.
- Modelo geoidal: Es el modelo del geoide vertical EGM2008 para Perú.
- Ajuste vertical y horizontal: La calibración local en los receptores GNSS Trimble, trabajan con 3 parámetros.

Tabla 18

Valores del ajuste vertical

Ajuste vertical	
Norte de origen (m)	8252382.45490197
Este de origen (m)	393013.172706127
Ajuste de constante (m)	45.8171990245904
Pendiente norte (ppm)	24.8043465950854
Pendiente este (ppm)	17.1068265927776

Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

Tabla 19

Valores del ajuste horizontal

Ajuste horizontal	
Norte de origen (m)	8251763.27174456
Este de origen (m)	393077.349168869
Rotación alrededor del origen (seg)	-0.64212515601295
Traslación norte (m)	1.35292210243642
Traslación este (m)	1.71457398805069
Factor de escala	1.00086927256011

Nota: Elaboración propia en base al software TBC.

- La exportación de la calibración local para la colectora Trimble, se realiza en formato survey data collector (DC) o “recopilador de datos sobre características físicas del terreno, mediciones geodésicas, etc.”, por ende el archivo de salida es (*.dc) versión 10.70.
- Las coordenadas calculadas producto de la calibración se muestran en el (Anexo 7).
- Luego de importar el archivo de calibración local en el colector modelo TSC-3 de Trimble, y posterior configuración, se procedió con el replanteo de 21 puntos de control (coordenadas calculadas) de cada hito con receptores GNSS. Y se compararon con las coordenadas topográficas replanteadas con estación total (sin archivo de calibración).

3.5. PRUEBA ESTADÍSTICA

En la tesis se empleó la prueba de normalidad para los pares respecto al primer y segundo objetivo respectivamente, (cota calibrado - cota sin calibrar), (Este calibrado - Este sin calibrar) y (Norte calibrado - Norte sin calibrar), para determinar si los datos son homogéneos o no. El software utilizado fue el IBM SPSS statistics v. 25, en modo

educativo, como una herramienta para corroborar la prueba de normalidad y reemplazar el cálculo manual. Considerar el uso de la coma en el lugar de punto para el software estadístico en mención. También, para el ingreso de los datos de las variables se consideró como medida “Escala”, ya que el tipo de dato es numérico (Figura 24).

Figura 24

Ingreso de variables al software IBM SPSS statistics

PUNTO	NORTE_CALIBRADO	ESTE_CALIBRADO	COTA_CALIBRADO	NORTE_SINCALIBRAR	ESTE_SINCALIBRAR	COTA_SINCALIBRAR
1	8250365,082	392713,290	3821,664	8250365,083	392713,292	3821,665
2	8250390,066	393090,854	3836,437	8250390,066	393090,854	3836,439
3	8250466,287	393275,623	3844,989	8250466,299	393275,636	3844,999
4	8250545,784	393430,223	3851,912	8250545,785	393430,232	3851,929
5	8250666,860	393605,664	3864,506	8250666,862	393605,677	3864,514
6	8250757,292	393705,170	3872,420	8250757,298	393705,178	3872,426
7	8250850,887	393699,882	3879,534	8250850,891	393699,887	3879,543
8	8250994,675	393623,760	3890,614	8250994,676	393623,766	3890,626
9	8251132,583	393409,640	3881,124	8251132,587	393409,644	3881,139
10	8251528,799	393215,544	3883,611	8251528,801	393215,551	3883,627
11	8251726,619	393270,229	3887,775	8251726,631	393270,233	3887,792
12	8251945,338	393135,151	3880,333	8251945,343	393135,156	3880,351
13	8252249,720	393102,410	3869,495	8252249,723	393102,410	3869,514
14	8252320,125	393079,353	3867,908	8252320,127	393079,354	3867,909
15	8252382,454	393013,171	3861,216	8252382,455	393013,173	3861,218
16	8252572,766	392842,319	3852,123	8252572,771	392842,325	3852,128
17	8252707,915	392788,628	3853,832	8252707,916	392788,635	3853,838
18	8253139,688	392622,997	3851,513	8253139,692	392623,003	3851,531
19	8253342,708	392538,875	3856,477	8253342,710	392538,881	3856,492
20	8253612,001	392372,977	3867,224	8253612,005	392372,980	3867,227
21	8253359,398	392124,470	3845,597	8253359,399	392124,471	3845,598

Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

3.5.1. Prueba de normalidad para el eje “Z”

- Hipótesis Nula (Ho): Los datos “Cota calibrado” e “Cota sin calibrar” tienen una distribución normal.
- Hipótesis alterna (Ha): Los datos “Cota calibrado” e “Cota sin calibrar” no tienen una distribución normal
- Nivel de confianza: Al 95%, significancia ($\alpha = 0.05$)

- Decisión: Si el p-valor es menor o igual que α , se rechaza la H_0 , y se acepta lo contrario. Es decir, los datos no tienen una distribución normal, por lo que empleamos pruebas no paramétricas y viceversa.

Para el test de normalidad utilizamos el software IBM SPSS que realiza dos test de normalidad una de Kolmogórov-Smirnov y otra de Shapiro-Wilk. Sin embargo, la investigación abarca un conjunto de 21 datos calibrados y 21 datos sin calibrar. Por ello, nos acogemos al segundo test, por ser muestras menores a 50. Ver Tabla 20.

Al analizar la tabla 20, el (P-valor) es 0,737 indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.) que es mayor a 0,05, es decir:

$$(P\text{-valor} = 0,737) > 0,05$$

Entonces, interpretamos que se acepta la H_0 que indica que los datos “Cota calibrado” y “Cota sin calibrar” tienen una distribución normal para ambas variables, por tanto, empleamos pruebas paramétricas. Y en consecuencia se requiere realizar el análisis de datos utilizando la prueba estadística R de Pearson.

Tabla 20

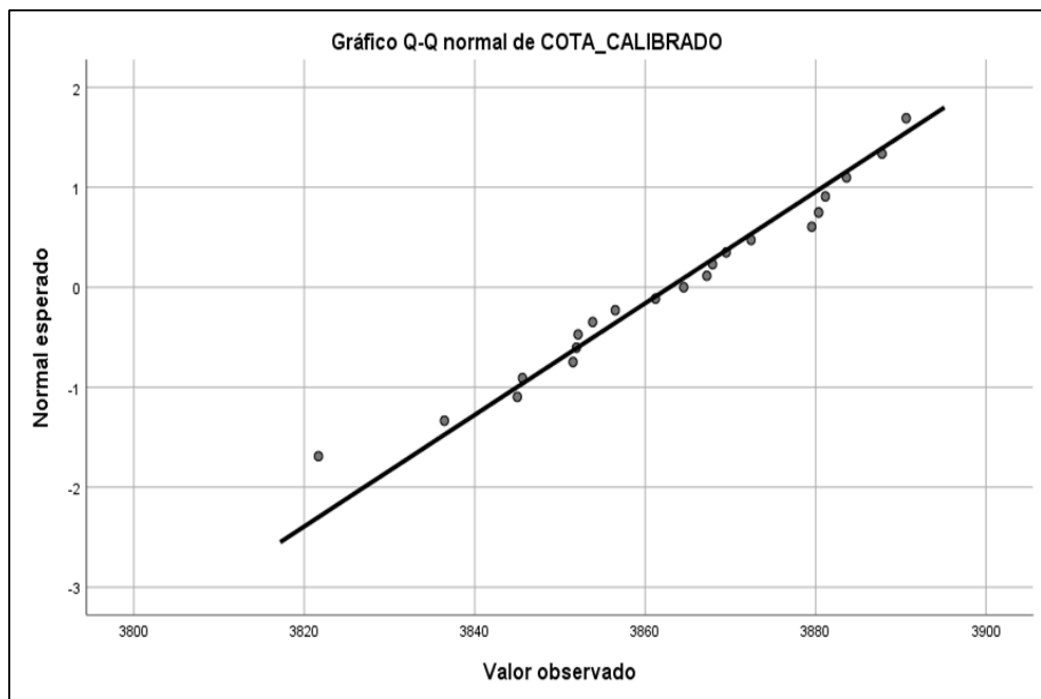
Prueba de normalidad del eje “Z”

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Sig.	Estadístico	GL	Sig.
COTA_CALIBRADO	,109	21	,200*	,970	21	,737
COTA_SINCALIBRAR	,109	21	,200*	,970	21	,737

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors. Elaborado con el software SPSS statistics. GL son los grados de libertad, que para nuestro caso se consideró 21 datos.

Figura 25

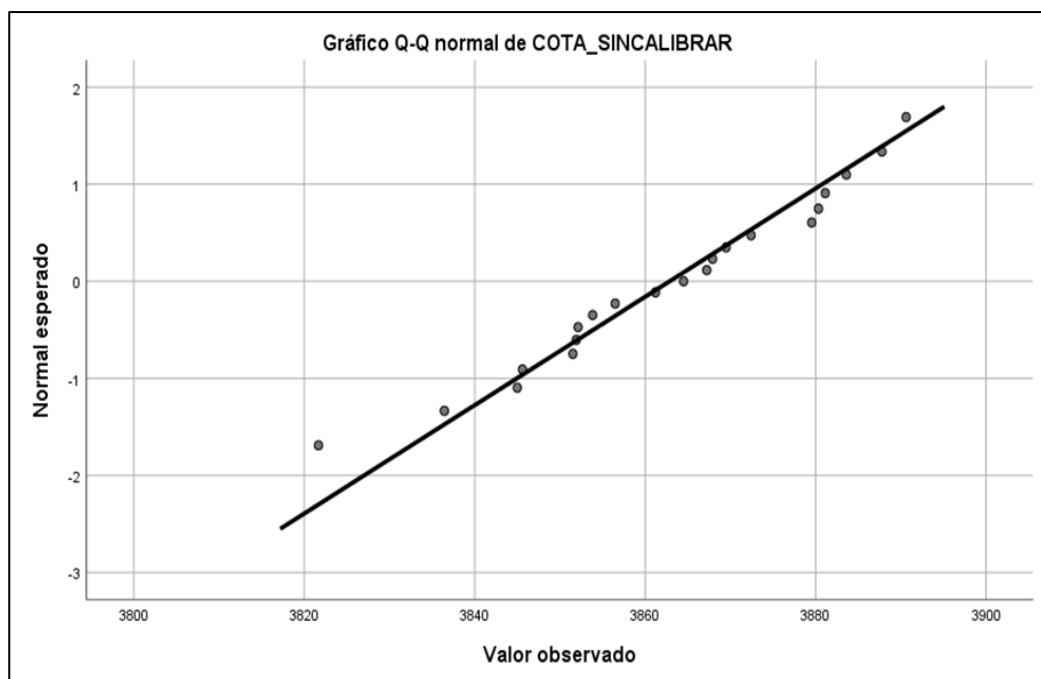
Gráfico de cota-calibrado



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

Figura 26

Gráfico de cota-sin calibrar



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

En la figura 25 y 26 se observa la línea que indica la media de la distribución normal, mientras que los puntos circundantes representan las coordenadas locales del eje Z calibrados y sin calibrar de la poligonal geodésica mediante el método de levantamiento RTK y su replanteo.

3.5.2. Prueba de normalidad para el eje “X”

- Hipótesis Nula (H_0): Los datos “Este calibrado” e “Este sin calibrar” tienen una distribución normal.
- Hipótesis alterna (H_a): Los datos “Este calibrado” e “Este sin calibrar” no tienen una distribución normal
- Nivel de confianza: Al 95%, significancia ($\alpha = 0.05$)
- Decisión: Si el p-valor es menor o igual que α , se rechaza la H_0 , y se acepta lo contrario. Es decir, los datos no tienen una distribución normal, por lo que empleamos pruebas no paramétricas y viceversa.

Para el test de normalidad utilizamos el software IBM SPSS que realiza dos test de normalidad una de Kolmogórov-Smirnov y otra de Shapiro-Wilk. Sin embargo, la investigación abarca un conjunto de 21 datos calibrados y 21 datos sin calibrar. Por ello, nos acogemos al segundo test, por ser muestras menores a 50. Ver Tabla 21.

Al analizar la tabla 21, el (P-valor) es 0.597 indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.) que es mayor a 0,05, es decir:

$$(P\text{-valor} = 0.597) > 0,05$$

Entonces, interpretamos que se acepta la H_0 que indica que los datos “Este calibrado” y “Este sin calibrar” tienen una distribución normal para ambas

variables, por tanto, empleamos pruebas paramétricas. Y en consecuencia se requiere realizar el análisis de datos utilizando la prueba estadística R de Pearson.

Tabla 21

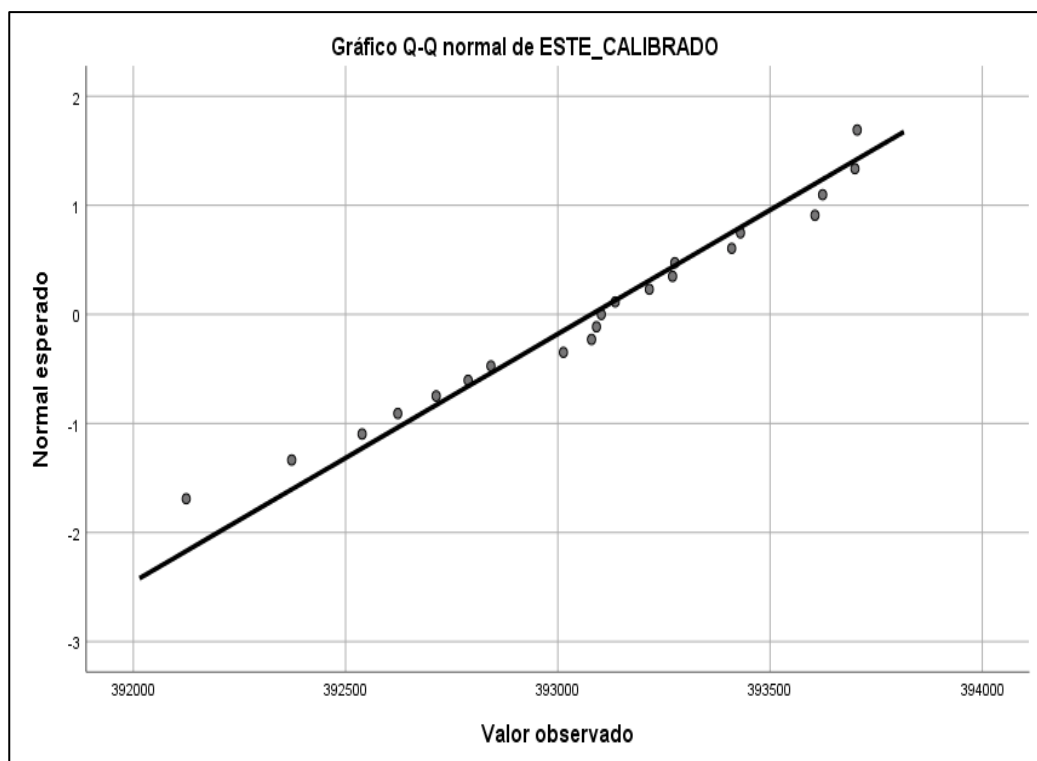
Prueba de normalidad del eje "X"

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Sig.	Estadístico	GL	Sig.
ESTE_CALIBRADO	,119	21	,200*	,964	21	,597
ESTE_SINCALIBRAR	,119	21	,200*	,964	21	,597

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors. Elaborado con el software SPSS statistics. GL son los grados de libertad, que para nuestro caso se consideró 21 datos.

Figura 27

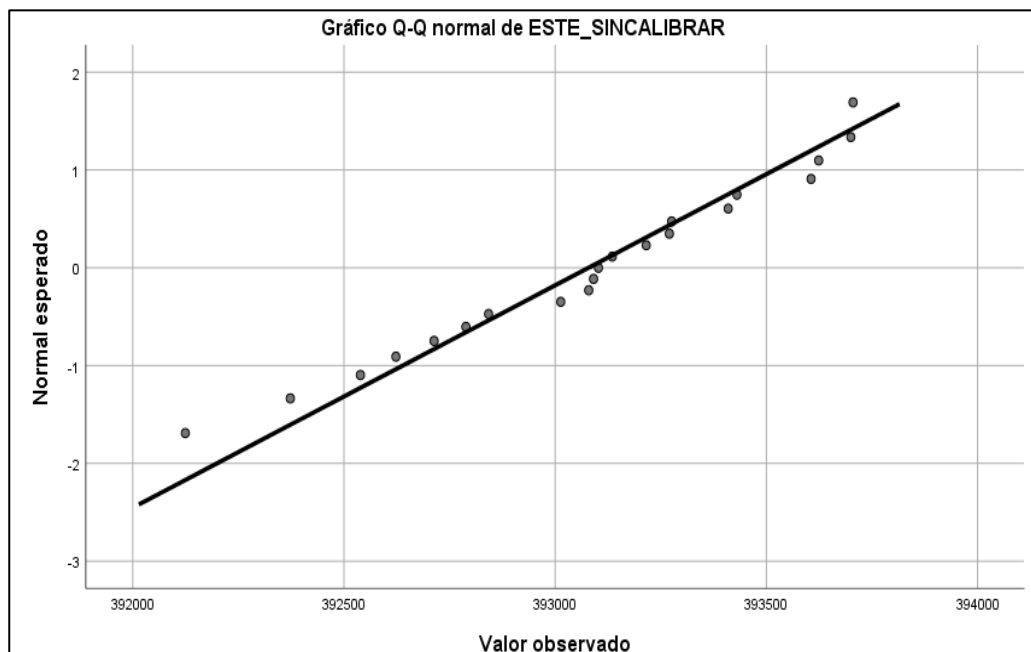
Gráfico de Este-calibrado



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

Figura 28

Gráfico de Este-sin calibrar



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

En la figura 27 y 28 se observa la línea que indica la media de la distribución normal, mientras que los puntos circundantes representan las coordenadas locales del eje X calibrados y sin calibrar, de la poligonal geodésica mediante el método de levantamiento RTK y su replanteo.

3.5.3. Prueba de normalidad para el eje “Y”

- Hipótesis Nula (H_0): Los datos “Norte calibrado” e “Norte sin calibrar” tienen una distribución normal.
- Hipótesis alterna (H_a): Los datos “Norte calibrado” e “Norte sin calibrar” no tienen una distribución normal.
- Nivel de confianza: Al 95%, significancia ($\alpha = 0.05$).

Para el test de normalidad utilizamos el software IBM SPSS que realiza dos test de normalidad una de Kolmogórov-Smirnov y otra de Shapiro-Wilk.

Sin embargo, la investigación abarca un conjunto de 21 datos calibrados y 21 datos sin calibrar. Por ello, nos acogemos al segundo test, por ser muestras menores a 50. Ver Tabla 22.

Al analizar la tabla 22, el (P-valor) es 0.08 indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.) que es mayor a 0,05, es decir:

$$(P\text{-valor} = 0.08) > 0,05$$

Entonces, interpretamos que se acepta la H_0 que indica que los datos “Norte calibrado” y “Norte sin calibrar” tienen una distribución normal para ambas variables, por tanto, empleamos pruebas paramétricas. Y en consecuencia se requiere realizar el análisis de datos utilizando la prueba estadística R de Pearson.

Tabla 22

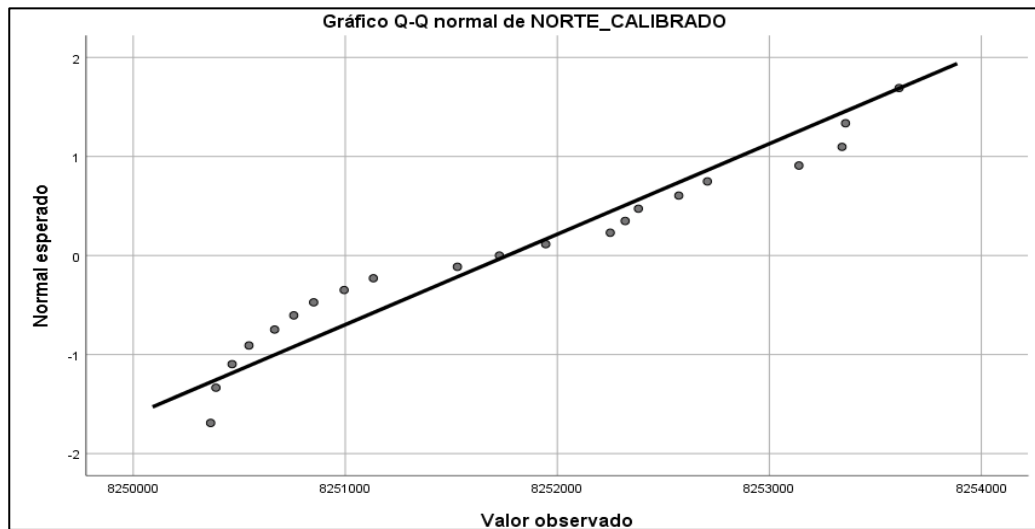
Prueba de normalidad del eje “Y”

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Sig.	Estadístico	GL	Sig.
NORTE_CALIBRADO	,147	21	,200*	,918	21	,080
NORTE_SINCALIBRAR	,147	21	,200*	,918	21	,080

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors. Elaborado con el software SPSS statistics. GL son los grados de libertad, para nuestro caso se consideró 21 datos.

Figura 29

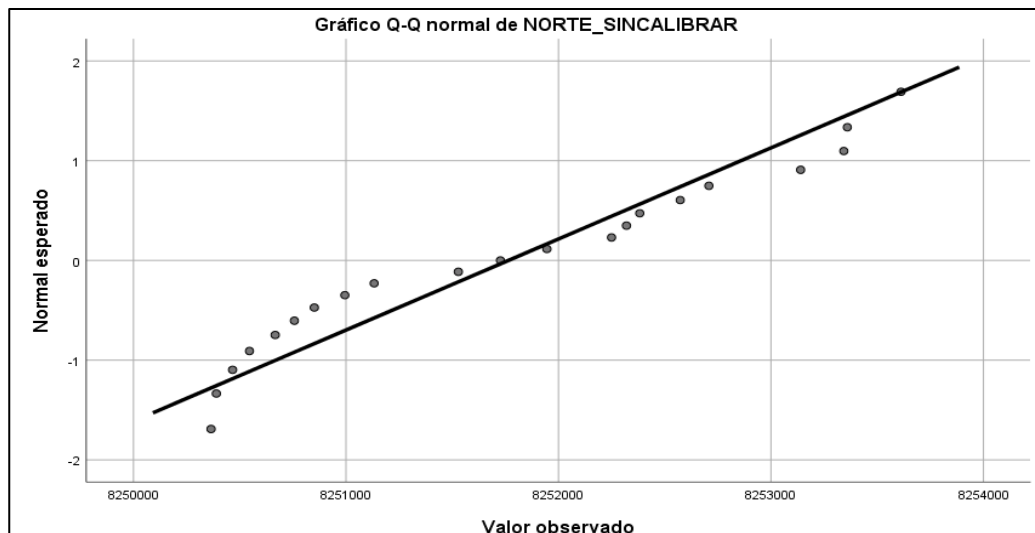
Gráfico de Norte-calibrado



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

Figura 30

Gráfico de Norte-sin calibrar



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics.

En la figura 29 y 30 se observa la línea que indica la media de la distribución normal, mientras que los puntos circundantes representan las coordenadas locales del eje Y calibrados y sin calibrar de la poligonal geodésica mediante el método de levantamiento RTK y su replanteo.

3.5.4. Prueba de correlación para el eje “Z”

Se aplica la prueba de correlación R de Pearson, de las muestras Norte calibrado y sin calibrar. Con respecto al resultado de la prueba de relación R de Pearson, el (P-valor) es 1, lo que indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.). Se deduce que si existe correlación positiva muy fuerte y significativa entre las coordenadas locales (Cota calibrado - Cota sin calibrar) del eje “Z” (Tabla 23).

Tabla 23

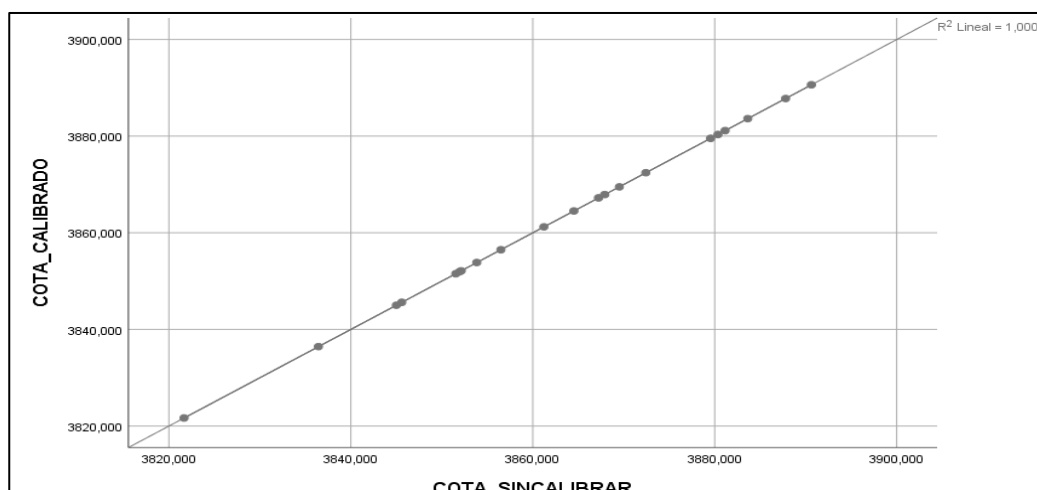
Prueba de correlación R de Pearson

		COTA_Calibrado	COTA_Sincalibrar
COTA_Calibrado	Correlación R de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	21	21
COTA_Sincalibrar	Correlación R de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	21	21

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). Elaborado con el software SPSS statistics.

Figura 31

Diagrama de dispersión del eje “Z”



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics. En la Figura 31, se muestra la relación lineal ajustada, teniendo puntos que se ubican sobre la misma recta, estos presentan una correlación directa muy fuerte igual a 1 ($R^2 \text{ lineal} = 1$), en base a dos variables respecto al eje Z.

3.5.5. Prueba de correlación para el eje “X”

Se aplica la prueba de correlación R de Pearson, del Este calibrado y sin calibrar. Con respecto al resultado de la prueba de relación R de Pearson, el (P-valor) es 1, lo que indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.). Se deduce que si existe correlación positiva muy fuerte y significativa entre las coordenadas locales (Este calibrado - Este sin calibrar) del eje “X”. (Tabla 24).

Tabla 24

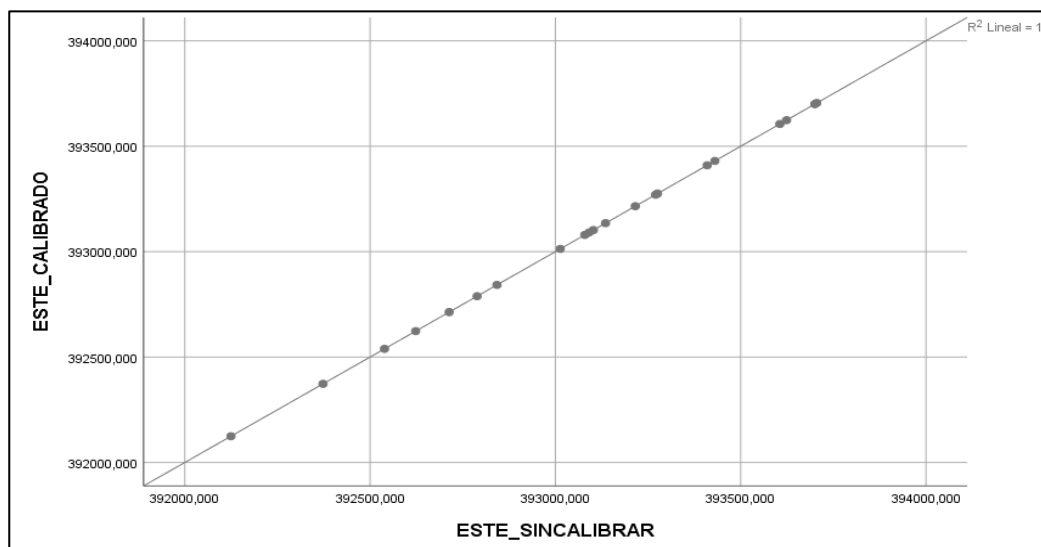
Prueba de correlación R de Pearson

		ESTE_Calibrado	ESTE_Sincalibrar
ESTE_Calibrado	Correlación R de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	21	21
ESTE_Sincalibrar	Correlación R de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	21	21

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). Elaborado con el software SPSS statistics.

Figura 32

Diagrama de dispersión del eje “X”



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS statistics. En la Figura 32, se muestra la relación lineal ajustada, teniendo puntos que se ubican sobre la misma recta, estos presentan una correlación directa muy fuerte igual a 1 ($R^2 \text{ lineal} = 1$), en base a dos variables respecto al eje X.

3.4.6. Prueba de correlación para el eje “Y”

Se aplica la prueba de correlación R de Pearson, del Norte calibrado y sin calibrar. Con respecto al resultado de la prueba de relación R de Pearson, el (P-valor) es 1, lo que indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.). Se deduce que si existe correlación positiva muy fuerte y significativa entre las coordenadas locales (Norte calibrado - Norte sin calibrar) del eje “Y”. (Tabla 25).

Tabla 25

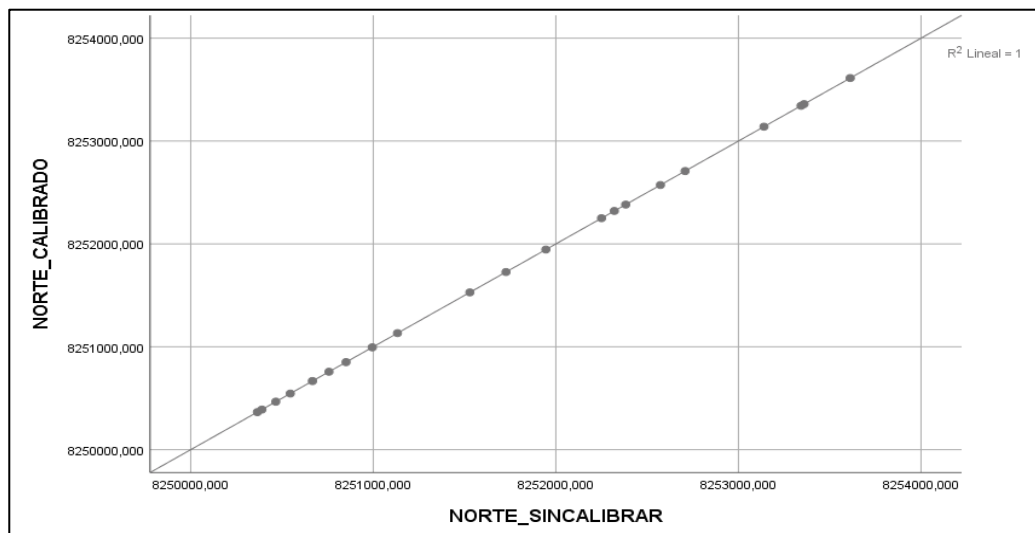
Prueba de correlación R de Pearson

		NORTE_Calibrado	NORTE_Sincalibrar
NORTE_Calibrado	Correlación R de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	21	21
NORTE_Sincalibrar	Correlación R de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	21	21

Nota: **, La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). Elaborado con el software SPSS statistics.

Figura 33

Diagrama de dispersión del eje “Y”



Nota: Elaboración propia en base al software SPSS estadístico. En la Figura 33, se muestra la relación lineal ajustada, teniendo puntos que se ubican sobre la misma recta, estos presentan una correlación directa muy fuerte igual a 1 ($R^2 \text{ lineal} = 1$), en base a dos variables respecto al eje Y.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados del primer objetivo

Los resultados obtenidos del primer objetivo que es comparar las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control.

Luego de aplicar la prueba de correlación R de Pearson, de las muestras Norte calibrado y sin calibrar, se obtuvo el (P-valor) igual a 1, lo que indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.). Se dedujo que si existe correlación positiva muy fuerte y significativa entre las coordenadas locales (Cota calibrado - Cota sin calibrar) del eje “Z”

También, en el replanteo con la estación total y los receptores GNSS, encontramos un valor mínimo de 0.001m en el punto UNAPC-001 y PC14, y el valor más alto de 0.019m en el PC13. Lo cual se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26

Resultado del primer objetivo

		RECEPTORES GNSS	ESTACIÓN TOTAL	DIFERENCIAS
Nº	PUNTO	ELEVACIÓN GEOIDAL C	ELEVACIÓN GEOIDAL SC	ELEVACIÓN GEOIDAL
1	UNAPC-001	3821.664	3821.665	-0.001
2	UNAPC-002	3836.437	3836.439	-0.002
3	PC3	3844.989	3844.999	-0.010
4	PC4	3851.912	3851.929	-0.017



5	PC5	3864.506	3864.514	-0.008
6	PC6	3872.420	3872.426	-0.006
7	PC7	3879.534	3879.543	-0.009
8	PC8	3890.614	3890.626	-0.012
9	PC9	3881.124	3881.139	-0.015
10	PC10	3883.611	3883.627	-0.016
11	PC11	3887.775	3887.792	-0.017
12	PC12	3880.333	3880.351	-0.018
13	PC13	3869.495	3869.514	-0.019
14	PC14	3867.908	3867.909	-0.001
15	UNAPC-003	3861.216	3861.218	-0.002
16	UNAPC-004	3852.123	3852.128	-0.005
17	PC15	3853.832	3853.838	-0.006
18	PT15	3851.513	3851.531	-0.018
19	PT16	3856.477	3856.492	-0.015
20	PC17	3867.224	3867.227	-0.003
21	UNAPC-005	3845.597	3845.598	-0.001

Nota: Elaboración propia en el programa Excel.

4.1.2. Resultado del segundo objetivo

Los resultados encontrados del segundo objetivo que es comparar las mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS.

Se aplicó la prueba de correlación R de Pearson del (Este y Norte) calibrado y sin calibrar, se obtuvo el (P-valor) igual a 1, lo que indica la probabilidad asociada al valor de significancia (Sig.). Se dedujo que si existe correlación positiva muy fuerte y significativa entre las coordenadas (Este y Norte) calibrado y sin calibrar.

También, los datos encontrados en el replanteo con la estación total y los receptores GNSS, obtuvimos un valor mínimo de 0.001m en el eje Y (UNAPC-001, PC4, PC8, UNAPC-003, PC15 y UNAPC-005), y el valor más alto de 0.012m en (PC11 y PC13). Y en el eje X se obtuvo un valor mínimo de 0.000 en el PC13, el valor más alto encontrado fue de 0.013m en (PC3 y PC5). El cual se



puede observar en la Tabla 27. Se consideró como punto de estación en el replanteo para ambos equipos el punto UNAPC-002, es por ello que se excluyó como valor mínimo de cero para ambos ejes.

Tabla 27

Resultado del segundo objetivo

REPLANTEO DE COORDENADAS LOCALES - CALCULADAS EN BASE A UNA CALIBRACIÓN DE OBRA CON SOFTWARE TBC							
COORDENADAS RECOLECTADAS EN CAMPO - CON ARCHIVO DE CALIBRACIÓN				RESULTADO – COORDENADAS LOCALES- CALCULADAS CON SOFTWARE TBC FACTOR ESCALA: 1.00086927256011 - SIN ARCHIVO DE CALIBRACIÓN			
N°	PUNTO	RECEPTORES GNSS		ESTACION TOTAL		DIFERENCIAS	
		NORTE C	ESTE C	NORTE SC	ESTE SC	NORTE	ESTE
1	UNAPC-001	8250365.082	392713.290	8250365.083	392713.292	-0.001	-0.002
2	UNAPC-002	8250390.066	393090.854	8250390.066	393090.854	0.000	0.000
3	PC3	8250466.287	393275.623	8250466.299	393275.636	-0.012	-0.013
4	PC4	8250545.784	393430.223	8250545.785	393430.232	-0.001	-0.009
5	PC5	8250666.860	393605.664	8250666.862	393605.677	-0.002	-0.013
6	PC6	8250757.292	393705.170	8250757.298	393705.178	-0.006	-0.008
7	PC7	8250850.887	393699.882	8250850.891	393699.887	-0.004	-0.005
8	PC8	8250994.675	393623.760	8250994.676	393623.766	-0.001	-0.006
9	PC9	8251132.583	393409.640	8251132.587	393409.644	-0.004	-0.004
10	PC10	8251528.799	393215.544	8251528.801	393215.551	-0.002	-0.007
11	PC11	8251726.619	393270.229	8251726.631	393270.233	-0.012	-0.004
12	PC12	8251945.338	393135.151	8251945.343	393135.156	-0.005	-0.005
13	PC13	8252249.720	393102.410	8252249.723	393102.410	-0.003	0.000
14	PC14	8252320.125	393079.353	8252320.127	393079.354	-0.002	-0.001
15	UNAPC-003	8252382.454	393013.171	8252382.455	393013.173	-0.001	-0.002
16	UNAPC-004	8252572.766	392842.319	8252572.771	392842.325	-0.005	-0.006
17	PC15	8252707.915	392788.628	8252707.916	392788.635	-0.001	-0.007
18	PT15	8253139.688	392622.997	8253139.692	392623.003	-0.004	-0.006
19	PT16	8253342.708	392538.875	8253342.710	392538.881	-0.002	-0.006
20	PC17	8253612.001	392372.977	8253612.005	392372.980	-0.004	-0.003
21	UNAPC-005	8253359.398	392124.470	8253359.399	392124.471	-0.001	-0.001

Nota: Elaboración propia en el programa Excel. Considerar los términos calibrado (C) a los datos a los datos obtenidos con GNSS, replanteados **CON ARCHIVO DE CALIBRACIÓN** y sin calibrar (SC) a los datos obtenidos con estación total, replanteados **SIN ARCHIVO DE CALIBRACIÓN**. Estos resultados fueron utilizados para el análisis estadístico en el software SPSS statistics.



4.2. DISCUSIÓN

Primera: Para el objetivo 1, comparar las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control. Según (Quispe, 2020) en su investigación titulada “Precisión en altitud del GPS diferencial GR-5 en modo estático fijo, RTK y cinemático en contrastación con un nivel electrónico en una red de nivelación”. En la ciudad de Puno obteniendo las altitudes de cada uno de los vértices de la Red de Nivelación, así mismo se ha controlado el tiempo para cada método. Con la información obtenida en campo, los datos de altitudes obtenidas se han sometidos a la prueba estadística de t-Student para la comparación de dos grupos de muestra y a la prueba estadística Anova para determinar el tiempo de obtención de altitudes al utilizar ambos equipos. Finalmente, como conclusión general: ambos equipos no tienen una diferencia estadísticamente significativa en la obtención de altitudes, por tanto, ambos equipos son precisos y se encuentran dentro del margen de tolerancia de errores en una red de nivelación de precisión.

Por otra parte, para el primer objetivo de nuestra investigación fue comparar las mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control, las diferencias de precisión encontradas en las cotas, respecto a la carretera de 5.9 Km, en una nivelación precisa la tolerancia es de 0.024 m. Por lo tanto, coincidimos con el autor (Quispe, 2020), puesto que nuestro resultado es de 0.019 m, se encuentra dentro de la tolerancia de una red de nivelación. (ver anexo 6).

Segunda: Para el objetivo 2, según Vizcarra & Vizcarra (2019), en su investigación titulada “Comparación de control topográfico, replanteo en la construcción, presa de relaves con estación total y GPS diferencial en tiempo real (RTK), minera Las Bambas-Apurimac”. En Apurimac, aplicado en la construcción, utilizando estación total



y GPS diferencial en modo RTK en el sistema de coordenadas locales, utiliza y recomienda la calibración de obra. Respecto al replanteo obtiene una variación de 1 a 15 mm en promedio tanto en este, norte y cota. El tipo de investigación que se empleó es la investigación transversal con prueba de significancia 95% de probabilidad con chi cuadrado en el ajuste de poligonal y en la comparación de métodos de ajuste con análisis de medias T de Student para muestras Independientes. Debido a que utilizó 2 muestras, variaciones o residuos en Este y Norte, en su objetivo específico 1, una homogénea y otra no. Por tanto, optó por la prueba de Levene.

Por otra parte, para el segundo objetivo de nuestra investigación fue comparar las mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS, las diferencias de precisión encontradas en las coordenadas Este, Norte respecto al replanteo son de 1 a 13 mm. Por lo tanto, coincidimos con el autor Vizcarra & Vizcarra (2019) quien utiliza este método de ajuste.

En diferencia de residuos de estación total y GPS diferencial en Norte los datos no provienen de una distribución normal y en Este los datos provienen de una distribución normal, por ello utilizó la prueba de Levene (ver anexo 6).



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: La comparación de mediciones de distancias verticales (cotas) calibrados, con estación total y receptores GNSS de los puntos de control. Según el análisis estadístico con el coeficiente de correlación R de Pearson, para cotas calibradas y sin calibrar, medidos con estación total y los receptores GNSS en el replanteo, obtuvo una alta relación, que sugiere que la calibración no afectó en la relación entre las dos variables comparadas. Por tanto, se aceptó la hipótesis nula, que indica que no existe diferencia significativa entre las cotas calibradas y sin calibrar, puesto que no varían más de 19 mm en la investigación.

SEGUNDA: La comparación de mediciones de distancias horizontales entre los puntos de control de coordenadas este y norte calibrados, con estación total y receptores GNSS. Según el análisis estadístico con el coeficiente de correlación R de Pearson, para este, norte calibrados y sin calibrar, medidos con estación total y los receptores GNSS en el replanteo, obtuvo una alta relación, que sugiere que la calibración no afectó en la relación entre las dos variables comparadas. Por tanto, se aceptó la hipótesis nula, que indica que no existe diferencia significativa entre los puntos este, norte calibrados y sin calibrar, puesto que no varían más de 13 mm en la investigación.



VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** En el levantamiento y replanteo RTK de los puntos de la poligonal con receptores GNSS, considerar la geografía del terreno, para evitar interferencias de la señal y por ende no recibir correcciones en tiempo real para los receptores de configuración móvil.
- SEGUNDA:** En el levantamiento de la poligonal respecto a la elevación de referencia local, considerar mínimo un equipo digital, no exceder de los 50 metros de lectura y utilizar herramientas de base fija como los denominados “sapos”, para controlar el error de cierre altimétrico.
- TERCERA:** En el levantamiento y replanteo de la poligonal con Estación total, se sugiere previamente realizar el control de calidad del equipo, la distancia de lectura y el alcance según la precisión lineal y angular del equipo, para controlar los errores mencionados.
- CUARTA:** Se sugiere la aplicación de la calibración local o de obra, que facilita y optimiza la ejecución, supervisión de proyectos de carreteras y obras lineales. Debido a la transformados de coordenadas geocéntricas a un sistema local.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellán García, M. (2013). *Metodología de cálculo de redes topográficas* (primera edición). Universidad Politécnica de Cartagena.
- Alvarado Aguilar, E. Y., & Mamani Miranda, M. (2022). *Comparación de coordenadas de la poligonal abierta utilizando la tecnología GNSS en modo RTK y estación total en la carretera Juli-Palermo* [Universidad Nacional Del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18111>
- Casanova Matera, L. (2002). *Topografía Plana*. Taller de Publicaciones de Ingeniería.
- Esteban Nieto, N. T. (2018). *TIPOS DE INVESTIGACIÓN* (pp. 1–4).
https://core.ac.uk/outputs/250080756/?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Farjas, M. (2019). *Topografía* (primera edición).
- Gámez Morales, W. R. (2015). *Texto básico autoformativo de topografía general* (D. López, Ed.). Universidad Nacional Agraria.
- García Martín, A., Rosique Campoy, M., & Torres Picazo, M. (2017). *Topografía y cartografía mineras* (segunda). Universidad Politécnica de Cartagena.
- Garrido Villén, N. (2016). Métodos de posicionamiento GNSS GPS Clasificación. In *GNSS, GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU Fundamentos y métodos de posicionamiento* (p. 843).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta). INTERAMERICANA EDITORES, S.A.



- Instituto Geográfico Nacional. (2015). *Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global*.
- Instituto Geográfico Nacional. (2016). *Especificaciones técnicas para levantamientos geodésicos verticales*.
- Machado Junior, J. (2022). *Topografía Básica en Español (1º)*.
- Mamani Huanca, W. (2018). *Control horizontal y vertical del proyecto carretero Uyuni-Tupiza, tramo I: Uyuni-Atocha, Departamento de Potosi*. [Universidad Mayor De San Andres]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19198>
- Mc Cormac, J. (2016). *Topografía* (Limusa, Ed.; 1er.). Limusa.
- Mendoza Dueñas, J. (2019). *Topografía y geodesia: Vol. Primera edición*. Editores Maraucano E.I.R.L.
- Mendoza Dueñas, J. (2020). *TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM A TOPOGRÁFICA*.
- Moreno Moreno, R. (2023). *Comparación de un levantamiento topográfico convencional y fotogramétrico, para proyectos de riego tecnificado en el caserío de Tarapampa, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Ancash* [UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5913>
- Navarro Hudiel, S. J. (2008). Manual de Topografía-Altimetría. In *manual de topografica* (cuarta edicion, p. 15).



- Prince, A., & Hoyer, M. (2017, March 27). Verificación de Equipos Ópticos-Electrónicos Usados en Proyectos Sísmicos de Exploración. *Revista Técnica de La Facultad de Ingeniería Universidad Del Zulia*.
- Quispe Llanos, A. (2020). *Precisión en altitud del GPS diferencial GR-5 en modo estático fijo, RTK, cinemático en contrastación con un nivel electrónico en una red de nivelación* [Universidad Nacional Del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16626>
- Quispe Quispe, J. C. (2021). *Evaluación de los equipos topográficos en la precisión del cálculo de volúmenes, en la rehabilitación de caminos vecinales, Ayacucho 2021* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68681>
- Reyes Ibarra, M. Alberto., & Hernández Navarro, Antonio. (2003). *Tratamiento de errores en levantamientos topográficos*. INEGI.
- Vizcarra Quispe, H., & Vizcarra Quispe, A. E. (2019). *Comparación de control topográfico, replanteo en la construcción, presa relaces con estación total y GPS diferencial en tiempo real (RTK), minera las bambas-Apurímac*. [Universidad Nacional Del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10761>
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2016). *Topografía* (14^o). Alfaomega Grupo Editor.

ANEXOS

ANEXO 1: Panel fotográfico

Fotografía 1: Punto geodésico UNAPC-005 de dimensiones 40*40*60 cm monumentado en campo.



Fotografía 2: Placa del punto geodésico UNAPC-001 encontrado en campo.



Fotografía 3: Monumentación de punto geodésico encontrado en campo, que se consideraron para la presente tesis.



Fotografía 4: Nivelación geométrica, realizado con nivel digital Leica Sprinter 150M en la poligonal abierta.



Fotografía 5: Recopilación de información mediante posicionamiento geodésico en modo estático, con receptor GNSS R8s Trimble.



Fotografía 6: Instalación de receptor GNSS configuración base con antena externa del R10 Trimble.



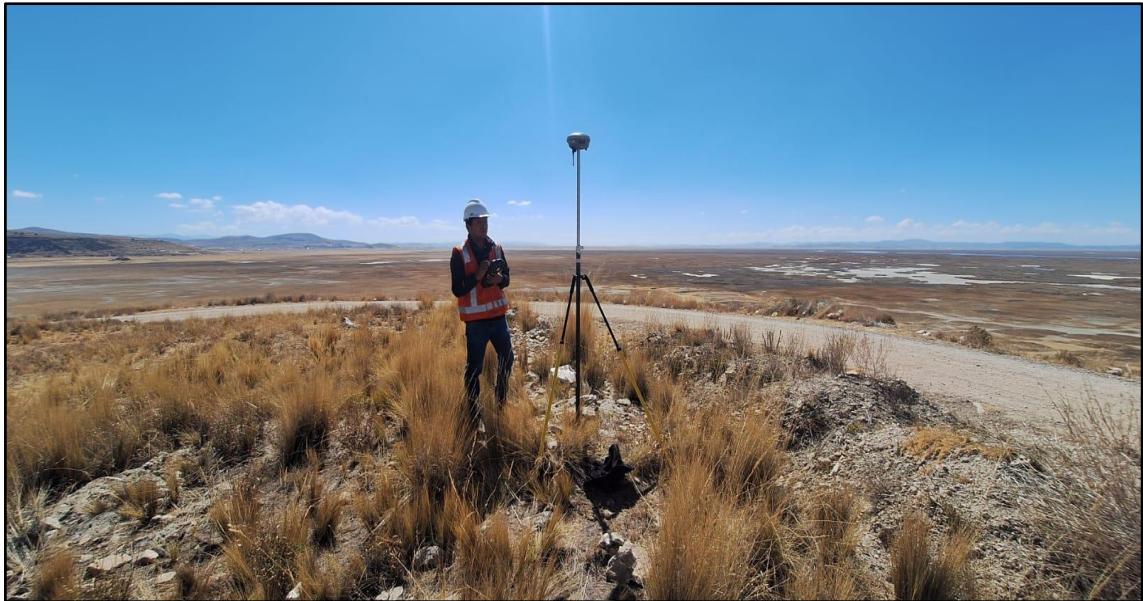
Fotografía 7: Recopilación de información mediante posicionamiento geodésico en modo RTK-Móvil, con receptor GNSS R8s Trimble, para la poligonal abierta.



Fotografía 8: Punto de control PC 14 de la poligonal de apoyo.



Fotografía 9: Recopilación de información mediante posicionamiento geodésico en modo RTK-Móvil, con receptor GNSS R8s Trimble, para la poligonal abierta.



Fotografía 10: Recopilación de información mediante posicionamiento geodésico en modo RTK-Móvil, con receptor GNSS R8s Trimble, para la poligonal abierta.



Fotografía 11: Instalación y medición de altura del equipo



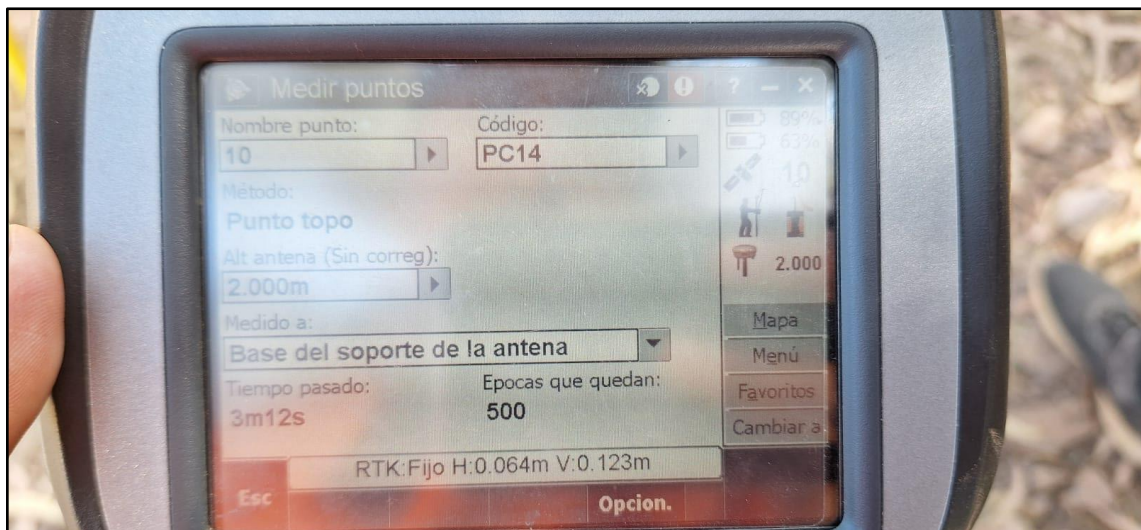
Fotografía 12: Instalación de receptor GNSS, configuración base con antena externa del R10 Trimble, en la poligonal abierta.



Fotografía 13: Recopilación de datos con receptor GNSS - configuración móvil en modo RTK para la poligonal abierta.



Fotografía 14: Configuración de la colectora TSC3-Trimble.



Fotografía 15: Programación de receptor GNSS - configuración base, con personal capacitado.



Fotografía 16: Instalación de receptor GNSS, configuración base con antena externa del R10 Trimble.



Fotografía 17: Levantamiento en modo RTK, con receptores GNSS configuración Móvil, de la marca Trimble.



Fotografía 18: Recopilación de datos modo estatico.





ANEXO 2: Lecturas de campo de la nivelación

Tabla 28

Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-01 a UNAPC-02

NIVELACIÓN							
IDA DE UNAPC-01 A UNAPC-02							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	UNAPC-01	2.3717	3824.0371		3821.665400		
1		1.4111	3825.0629	0.3853	3823.6518	-0.00006111	3823.65173889
2		2.0751	3826.2358	0.9022	3824.1607	-0.00012222	3824.16057778
3		2.1314	3828.1228	0.2444	3825.9914	-0.00018333	3825.99121667
4		2.0576	3830.0452	0.1352	3827.9876	-0.00024444	3827.98735556
5		2.1925	3832.0985	0.1392	3829.9060	-0.00030556	3829.90569444
6		2.2922	3834.3615	0.0292	3832.0693	-0.00036667	3832.06893333
7		1.8540	3836.0093	0.2062	3834.1553	-0.00042778	3834.15487222
8	BM1			1.4272	3834.5821	-0.00048889	3834.58161111
8	BM1	2.6370	3837.2191				
9	UNAPC-02			0.7802	3836.4389	-0.00055000	3836.43835000
RETORNO DE UNAPC-02 A UNAPC-01							
9	UNAPC-02	0.7799	3837.2188		3836.4389	-0.00055000	3836.43835000
10	BM1			2.6367	3834.5821	-0.00061111	3834.58148889
10	BM1	0.3822	3834.9643				
11		0.3840	3832.9969	2.3514	3832.6129	-0.00067222	3832.61222778
12		0.6789	3831.6223	2.0535	3830.9434	-0.00073333	3830.94266667
13		0.4863	3829.8568	2.2518	3829.3705	-0.00079444	3829.36970556
14		0.5251	3828.0822	2.2997	3827.5571	-0.00085556	3827.55624444
15		0.2921	3826.0687	2.3056	3825.7766	-0.00091667	3825.77568333
16		1.1347	3825.0218	2.1816	3823.8871	-0.00097778	3823.88612222
17		0.3877	3824.0303	1.3792	3823.6426	-0.00103889	3823.64156111
18	UNAPC-01			2.3638	3821.6665	-0.00110000	3821.66540000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		378.3828	0.3784	-0.00006111			
Error		-0.0011					
N. DE PRECISIÓN		0.00615	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00246	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 29

Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-02 a PC03

NIVELACIÓN							
IDA DE UNAPC-02 A PC-03							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	UNAPC-02	0.6885	3837.1274		3836.43890		
1		1.3334	3837.1963	1.2645	3835.8629	0.00002222	3835.86292222
2		3.6944	3840.6138	0.2769	3836.9194	0.00004444	3836.91944444
3		4.5191	3845.0853	0.0476	3840.5662	0.00006667	3840.56626667
4	PC-03			0.0870	3844.9983	0.00008889	3844.99838889
RETORNO DE PC-03 A UNAPC-02							
4	PC-03	0.0869	3845.0852		3844.9983	0.00008889	3844.99838889
5		0.1142	3842.0480	3.1514	3841.9338	0.00011111	3841.93391111
6		0.0861	3838.9341	3.2000	3838.8480	0.00013333	3838.84813333
7		1.6491	3837.3948	3.1884	3835.7457	0.00015556	3835.74585556
8		1.8107	3837.0946	2.1109	3835.2839	0.00017778	3835.28407778
9	UNAPC-02			0.6559	3836.4387	0.00020000	3836.43890000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		192.5131	0.1925	0.00002222			
Error		0.0002					
N. DE PRECISIÓN		0.00439	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00176	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 30

Datos de la nivelación de los puntos PC03 a PC04

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-03 A PC-04							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-03	0.2422	3845.2405		3844.9983		
1		2.7057	3846.7572	1.1890	3844.0515	0.00020000	3844.05170000
2		3.3389	3849.8466	0.2495	3846.5077	0.00040000	3846.50810000
3		2.6005	3852.3118	0.1353	3849.7113	0.00060000	3849.71190000
4	PC-04			0.3836	3851.9282	0.00080000	3851.92900000
RETORNO DE PC-04 A PC-03							
4	PC-04	0.3835	3852.3117		3851.9282	0.00080000	3851.92900000
5		0.1348	3849.8482	2.5983	3849.7134	0.00100000	3849.71440000
6		0.0120	3846.8978	2.9624	3846.8858	0.00120000	3846.88700000
7		1.7848	3845.8755	2.8071	3844.0907	0.00140000	3844.09210000
8	PC-03			0.8788	3844.9967	0.00160000	3844.99830000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		180.9205	0.1809	0.00020000			
Error		0.0016					
N. DE PRECISIÓN		0.00425	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00170	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 31

Datos de la nivelación de los puntos PC04 a PC05

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-04 A PC-05							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-04	2.3373	3854.2655		3851.9282		
1		2.4673	3856.5004	0.2324	3854.0331	0.00005000	3854.03315000
2		2.4646	3858.8104	0.1546	3856.3458	0.00010000	3856.34590000
3		2.1360	3860.8627	0.0837	3858.7267	0.00015000	3858.72685000
4		2.2656	3862.9074	0.2209	3860.6418	0.00020000	3860.64200000
5		2.0148	3864.8364	0.0858	3862.8216	0.00025000	3862.82185000
6	PC-05			0.3231	3864.5133	0.00030000	3864.51360000
RETORNO DE PC-05 A PC-04							
6	PC-05	0.3231	3864.8364		3864.5133	0.00030000	3864.51360000
7		0.0845	3862.9060	2.0149	3862.8215	0.00035000	3862.82185000
8		0.1521	3860.7925	2.2656	3860.6404	0.00040000	3860.64080000
9		0.0923	3858.4805	2.4043	3858.3882	0.00045000	3858.38865000
10		0.0708	3856.2191	2.3322	3856.1483	0.00050000	3856.14880000
11		0.3234	3854.2034	2.3391	3853.8800	0.00055000	3853.88055000
12	PC-04			2.2758	3851.9276	0.00060000	3851.92820000
			M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO		
	DISTANCIA		213.5528	0.2136	0.00005000		
	Error	0.0006					
	N. DE PRECISIÓN	0.00462	ACEPTABLE				
	N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00185	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 32

Datos de la nivelación de los puntos PC05 a PC06

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-05 A PC-06							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-05	2.5897	3867.1030		3864.51330		
1		2.4462	3869.4500	0.0992	3867.0038	-0.00013333	3867.00366667
2		3.3591	3872.7316	0.0775	3869.3725	-0.00026667	3869.37223333
3	PC-06			0.3058	3872.4258	-0.00040000	3872.42540000
RETORNO DE PC-06 A PC-05							
3	PC-06	0.9216	3873.3474		3872.4258	-0.00040000	3872.42540000
4		0.1497	3870.3972	3.0999	3870.2475	-0.00053333	3870.24696667
5		0.1124	3867.6254	2.8842	3867.5130	-0.00066667	3867.51233333
6	PC-05			3.1113	3864.5141	-0.00080000	3864.51330000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		134.4608	0.1345	-0.00013333			
Error		-0.0008					
N. DE PRECISIÓN		0.00367	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00147	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 33

Datos de la nivelación de los puntos PC06 a PC07

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-06 A PC-07							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-06	2.3729	3874.7987		3872.4258		
1		2.4026	3877.0945	0.1068	3874.6919	-0.00001250	3874.69188750
2		2.1924	3878.9560	0.3309	3876.7636	-0.00002500	3876.76357500
3		1.6065	3880.3398	0.2227	3878.7333	-0.00003750	3878.73326250
4	PC-07			0.7972	3879.5426	-0.00005000	3879.54255000
RETORNO DE PC-07 A PC-06							
4	PC-07	0.7971	3880.3397		3879.5426	-0.00005000	3879.54255000
5		0.3359	3879.0689	1.6067	3878.7330	-0.00006250	3878.73293750
6		0.3645	3877.0467	2.3867	3876.6822	-0.00007500	3876.68212500



7		0.4118	3875.1072	2.3513	3874.6954	-0.00008750	3874.69531250
8	PC-06			2.6813	3872.4259	-0.00010000	3872.42580000

	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO				
DISTANCIA	93.7538	0.0938	-0.00001250				
Error	-0.0001						
N. DE PRECISIÓN	0.00306	ACEPTABLE					
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00122	ACEPTABLE					

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 34

Datos de la nivelación de los puntos PC07 a PC08

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-07 A PC-08							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-07	3.2258	3882.7684		3879.5426		
1		3.4636	3886.1267	0.1053	3882.6631	0.00016250	3882.66326250
2		3.3304	3889.2577	0.1994	3885.9273	0.00032500	3885.92762500
3		1.6984	3890.7723	0.1838	3889.0739	0.00048750	3889.07438750
4	PC-08			0.1468	3890.6255	0.00065000	3890.62615000
RETORNO DE PC-08 A PC-07							
4	PC-08	0.1468	3890.7723		3890.6255	0.00065000	3890.62615000
5		0.0102	3889.0845	1.6980	3889.0743	0.00081250	3889.07511250
6		0.0750	3886.0047	3.1548	3885.9297	0.00097500	3885.93067500
7		0.0632	3882.9152	3.1527	3882.8520	0.00113750	3882.85313750
8	PC-07			3.3739	3879.5413	0.00130000	3879.54260000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA	162.7495	0.1627	0.00016250				
Error	0.0013						
N. DE PRECISIÓN	0.00403	ACEPTABLE					
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00161	ACEPTABLE					

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 35

Datos de la nivelación de los puntos PC08 a PC09

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-08 A PC-09							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-08	0.8471	3891.4726		3890.6255		
1		0.4096	3889.6802	2.2020	3889.2706	-0.00017000	3889.27043000
2		0.2241	3887.2475	2.6568	3887.0234	-0.00034000	3887.02306000
3		0.0389	3884.1902	3.0962	3884.1513	-0.00051000	3884.15079000
4		1.7292	3882.6532	3.2662	3880.9240	-0.00068000	3880.92332000
5	PC-09			1.5140	3881.1392	-0.00085000	3881.13835000
RETORNO DE PC-09 A PC-08							
5	PC-09	1.7558	3882.8950		3881.1392	-0.00085000	3881.13835000
6		2.3795	3883.2324	2.0421	3880.8529	-0.00102000	3880.85188000
7		3.3568	3886.5133	0.0759	3883.1565	-0.00119000	3883.15531000
8		3.2822	3889.7058	0.0897	3886.4236	-0.00136000	3886.42224000
9		2.5390	3891.5632	0.6816	3889.0242	-0.00153000	3889.02267000
10	PC-08			0.9360	3890.6272	-0.00170000	3890.62550000

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO
DISTANCIA	254.6831	0.2547	-0.00017000
Error	-0.0017		
N. DE PRECISIÓN	0.00505	ACEPTABLE	
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00202	ACEPTABLE	

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 36

Datos de la nivelación de los puntos PC09 a PC10

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-09 A PC-10							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-09	0.8211	3881.9603		3881.1392		
1		1.4606	3880.5685	2.8524	3879.1079	0.00003636	3879.10793636
2		1.8241	3880.5806	1.8120	3878.7565	0.00007273	3878.75657273
3		3.2188	3883.6269	0.1725	3880.4081	0.00010909	3880.40820909
4		1.9206	3885.4575	0.0900	3883.5369	0.00014545	3883.53704545
5	PC-10			1.8302	3883.6273	0.00018182	3883.62748182
RETORNO DE PC-10 A PC-09							
5	PC10	1.3286	3884.9559		3883.6273	0.00018182	3883.62748182
6		0.5946	3884.6071	0.9434	3884.0125	0.00021818	3884.01271818
7		0.3048	3881.3874	3.5245	3881.0826	0.00025455	3881.08285455
8		1.3242	3880.2094	2.5022	3878.8852	0.00029091	3878.88549091
9		1.4997	3880.6237	1.0854	3879.1240	0.00032727	3879.12432727
10		2.3703	3882.8947	0.0993	3880.5244	0.00036364	3880.52476364
11	PC-09			1.7559	3881.1388	0.00040000	3881.13920000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		442.0118	0.4420	0.00003636			
Error		0.0004					
N. DE PRECISIÓN		0.00665	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00266	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 37

Datos de la nivelación de los puntos PC10 a PC11

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-10 A PC-11							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-10	1.3419	3884.9692		3883.6273		
1		2.8915	3887.1810	0.6797	3884.2895	0.00001429	3884.28951429
2		2.2419	3889.3897	0.0332	3887.1478	0.00002857	3887.14782857
3	PC-11			1.5974	3887.7923	0.00004286	3887.79234286
RETORNO DE PC-11 A PC-10							
3	PC-11	1.5973	3889.3896		3887.7923	0.00004286	3887.79234286
4		0.5537	3887.6179	2.3254	3887.0642	0.00005714	3887.06425714
5		0.5423	3885.2263	2.9339	3884.6840	0.00007143	3884.68407143
6		1.6446	3884.9557	1.9152	3883.3111	0.00008571	3883.31118571
7	PC-10			1.3285	3883.6272	0.00010000	3883.62730000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		203.9530	0.2040	0.00001429			
Error		0.0001					
N. DE PRECISIÓN		0.00452	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00181	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 38

Datos de la nivelación de los puntos PC11 a PC12

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-11 A PC-12							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-11	0.0955			3887.7923		
1		0.0502		3.0388	3884.8490	0.00003333	3884.84903333
2		0.4039		3.0100	3881.8892	0.00006667	3881.88926667
3	PC-12			1.9417	3880.3514	0.00010000	3880.35150000
RETORNO DE PC-12 A PC-11							
3	PC-12	2.3490			3880.3514	0.00010000	3880.35150000
4		2.8945		0.2083	3882.4921	0.00013333	3882.49223333
5		2.8314		0.1083	3885.2783	0.00016667	3885.27846667
6	PC-11			0.3176	3887.7921	0.00020000	3887.79230000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		257.0422	0.2570	0.00003333			
Error		0.0002					
N. DE PRECISIÓN		0.00507	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00203	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 39

Datos de la nivelación de los puntos PC12 a PC13

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-12 A PC-13							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-12	0.6247	3880.9761		3880.3514		
1		0.0342	3877.6008	3.4095	3877.5666	-0.00013750	3877.56646250
2		0.0833	3874.3848	3.2993	3874.3015	-0.00027500	3874.30122500
3		0.0387	3871.7995	2.6240	3871.7608	-0.00041250	3871.76038750
4	PC-13			2.2850	3869.5145	-0.00055000	3869.51395000
RETORNO DE PC-13 A PC-12							
4	PC-13	2.3556	3871.8701		3869.5145	-0.00055000	3869.51395000
5		2.6810	3874.5199	0.0312	3871.8389	-0.00068750	3871.83821250
6		3.4922	3877.8722	0.1399	3874.3800	-0.00082500	3874.37917500
7		2.9720	3880.7902	0.0540	3877.8182	-0.00096250	3877.81723750
8	PC-12			0.4377	3880.3525	-0.00110000	3880.35140000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		306.1055	0.3061	-0.00013750			
Error		-0.0011					
N. DE PRECISIÓN		0.00553	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00221	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 40

Datos de la nivelación de los puntos PC13 a PC14

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-13 A PC-14							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-13	1.2351	3870.7496		3869.5145		
1	PC-14			2.8403	3867.9093	-0.00015000	3867.90915000
RETORNO DE PC-14 A PC-13							
1	PC-14	2.4772	3870.3865		3867.9093	-0.00015000	3867.90915000
2	PC-13			0.8717	3869.5148	-0.00030000	3869.51450000



	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO
DISTANCIA	74.2368	0.0742	-0.00015000
Error	-0.0003		
N. DE PRECISIÓN	0.00272	ACEPTABLE	
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00109	ACEPTABLE	

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 41

Datos de la nivelación de los puntos PC14 a UNAPC-03

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-14 A UNAPC-03							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-14	0.6988	3868.6081		3867.9093		
1		0.3490	3865.4773	3.4798	3865.1283	-0.00020000	3865.12810000
2		0.8173	3862.7400	3.5546	3861.9227	-0.00040000	3861.92230000
3	UNAPC-03			1.5216	3861.2184	-0.00060000	3861.21780000
RETORNO DE UNAPC-03 A PC-14							
3	UNAPC-03	1.5217	3862.7401		3861.2184	-0.00060000	3861.21780000
4		3.3882	3865.3111	0.8172	3861.9229	-0.00080000	3861.92210000
5		3.4191	3868.6558	0.0744	3865.2367	-0.00100000	3865.23570000
6	PC-14			0.7453	3867.9105	-0.00120000	3867.90930000

	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO
DISTANCIA	90.8187	0.0908	-0.00020000
Error	-0.0012		
N. DE PRECISIÓN	0.00301	ACEPTABLE	
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00121	ACEPTABLE	

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 42

Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-03 a UNAPC-04

NIVELACIÓN							
IDA DE UNAPC-03 A UNAPC-04							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	UNAPC-03	0.3331	3861.5515		3861.2184		
1		0.2266	3858.2259	3.5522	3857.9993	-0.00015000	3857.99915000
2		0.1511	3854.7444	3.6326	3854.5933	-0.00030000	3854.59300000
3		0.8692	3853.2272	2.3864	3852.3580	-0.00045000	3852.35755000
4	UNAPC-04			1.0983	3852.1289	-0.00060000	3852.12830000
RETORNO DE UNAPC-04 A UNAPC-03							
4	UNAPC-04	1.0982	3853.2271		3852.1289	-0.00060000	3852.12830000
5		2.3620	3854.7198	0.8693	3852.3578	-0.00075000	3852.35705000
6		3.6048	3858.2664	0.0582	3854.6616	-0.00090000	3854.66070000
7		3.1232	3861.2571	0.1325	3858.1339	-0.00105000	3858.13285000
8	UNAPC-03			0.0375	3861.2196	-0.00120000	3861.21840000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		255.7440	0.2557	-0.00015000			
Error		-0.0012					
N. DE PRECISIÓN		0.00506	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00202	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 43

Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-04 a PC15

NIVELACIÓN							
IDA DE UNAPC-04 A PC-15							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	UNAPC-04	2.6232	3854.7521		3852.1289		
1		1.3434	3854.8183	1.2772	3853.4749	-0.00030000	3853.47460000
2	PC-15			0.9796	3853.8387	-0.00060000	3853.83810000
RETORNO DE PC-15 A UNAP-04							
2	PC-15	0.7764	3854.6151		3853.8387	-0.00060000	3853.83810000
3		0.8567	3854.4310	1.0408	3853.5743	-0.00090000	3853.57340000
4	UNAPC-04			2.3009	3852.1301	-0.00120000	3852.12890000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		145.4301	0.1454	-0.00030000			
Error		-0.0012					
N. DE PRECISIÓN		0.00381	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00153	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 44

Datos de la nivelación de los puntos PC15 a PT15

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-15 A PT-15							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-15	1.1686	3855.0073		3853.8387		
1		1.7222	3855.1788	1.5507	3853.4566	-0.00002500	3853.456575
2		0.0203	3853.0232	2.1759	3853.0029	-0.00005000	3853.002850
3		0.8768	3851.0243	2.8757	3850.1475	-0.00007500	3850.147425
4		1.6849	3850.5930	2.1162	3848.9081	-0.00010000	3848.908000
5		1.8195	3852.2550	0.1575	3850.4355	-0.00012500	3850.435375
6	PT-15			0.7245	3851.5305	-0.00015000	3851.530350
RETORNO DE PT-15 A PC-15							
6	PT-15	0.7245	3852.2550		3851.5305	-0.00015000	3851.530350
7		0.1690	3850.6047	1.8193	3850.4357	-0.00017500	3850.435525
8		2.2455	3851.0396	1.8106	3848.7941	-0.00020000	3848.793900
9		2.7053	3852.7563	0.9886	3850.0510	-0.00022500	3850.050775
10		2.4027	3855.1123	0.0467	3852.7096	-0.00025000	3852.709350
11		1.4706	3854.9920	1.5909	3853.5214	-0.00027500	3853.521125
12	PC-15			1.1530	3853.8390	-0.00030000	3853.838700
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		462.4549	0.4625	-0.00002500			
Error		-0.0003					
N. DE PRECISIÓN		0.00680	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00272	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 45

Datos de la nivelación de los puntos PT15 a PT16

NIVELACIÓN							
IDA DE PT-15 A PT-16							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PT-15	1.8446	3853.3751		3851.5305		
1		2.6377	3855.7611	0.2517	3853.1234	0.00026667	3853.12366667
2		2.0351	3857.3138	0.4824	3855.2787	0.00053333	3855.27923333
3	PT-16			0.8228	3856.4910	0.00080000	3856.49180000
RETORNO DE PT-16 A PT-15							
3	PT-16	0.8230	3857.3140		3856.4910	0.00080000	3856.49180000
4		0.3995	3855.7220	1.9915	3855.3225	0.00106667	3855.32356667
5		0.0965	3852.7306	3.0879	3852.6341	0.00133333	3852.63543333
6	PT-15			1.2017	3851.5289	0.00160000	3851.53050000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
	DISTANCIA	219.7581	0.2198	0.00026667			
	Error	0.0016					
	N. DE PRECISIÓN	0.00469	ACEPTABLE				
	N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00188	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 46

Datos de la nivelación de los puntos PT16 a PC17

NIVELACIÓN							
IDA DE PT-16 A PC-17							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PT-16	2.4218	3858.9128		3856.4910		
1		2.7193	3861.1440	0.4881	3858.4247	-0.00013333	3858.42456667
2		3.3237	3864.3642	0.1035	3861.0405	-0.00026667	3861.04023333
3		3.6176	3867.9117	0.0701	3864.2941	-0.00040000	3864.29370000
4	PC-17			0.6859	3867.2258	-0.00053333	3867.22526667
RETORNO DE PC-17 A PT-16							
4	PC-17	0.6859	3867.9117		3867.2258	-0.00053333	3867.22526667
5		0.1270	3865.1329	2.9058	3865.0059	-0.00066667	3865.00523333



6	0.1728	3861.9485	3.3572	3861.7757	-0.00080000	3861.77490000
7	0.2545	3859.6447	2.5583	3859.3902	-0.00093333	3859.38926667
8	1.2523	3858.7396	2.1574	3857.4873	-0.00106667	3857.48623333
9	PT-16		2.2474	3856.4922	-0.00120000	3856.49100000

	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA	316.3040	0.3163	-0.00013333			
Error	-0.0012					
N. DE PRECISIÓN	0.00562	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00225	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 47

Datos de la nivelación de los puntos PC17 a PC18

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-17 A PC-18							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-17	1.1000	3868.3258		3867.2258		
1		0.1052	3866.3769	2.0541	3866.2717	0.00015000	3866.27185000
2		0.6492	3864.2456	2.7805	3863.5964	0.00030000	3863.59670000
3	PC-18			1.6200	3862.6256	0.00045000	3862.62605000
RETORNO DE PC-18 A PC-17							
3	PC-18	1.4381	3864.0637		3862.6256	0.00045000	3862.62605000
4		2.4942	3865.8617	0.6962	3863.3675	0.00060000	3863.36810000
5		2.4616	3868.3075	0.0158	3865.8459	0.00075000	3865.84665000
6	PC-17			1.0826	3867.2249	0.00090000	3867.22580000

	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA	233.2247	0.2332	0.00015000			
Error	0.0009					
N. DE PRECISIÓN	0.00483	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00193	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.



Tabla 48

Datos de la nivelación de los puntos PC18 a PC19

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-18 A PC-19							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-18	1.1991	3863.8247		3862.6256		
1		0.7744	3862.3427	2.2564	3861.5683	-0.00010000	3861.56820000
2	PC-19			1.9603	3860.3824	-0.00020000	3860.38220000
RETORNO DE PC-19 A PC-18							
2	PC-19	1.9603	3862.3427		3860.3824	-0.00020000	3860.38220000
3		2.2093	3863.7778	0.7742	3861.5685	-0.00030000	3861.56820000
4	PC-18			1.1518	3862.6260	-0.00040000	3862.62560000
		M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO			
DISTANCIA		94.9047	0.0949	-0.00010000			
Error		-0.0004					
N. DE PRECISIÓN		0.00308	ACEPTABLE				
N. DE ALTA PRECISIÓN		0.00123	ACEPTABLE				

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 49

Datos de la nivelación de los puntos PC19 a UNAPC-05

NIVELACIÓN							
IDA DE PC-19 A UNAPC-05							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	PC-19	1.3494	3861.7318		3860.3824		
1		1.3346	3861.7164	1.3500	3860.3818	0.00006111	3860.38186111
2		0.2200	3859.9372	1.9992	3859.7172	0.00012222	3859.71732222
3		0.4393	3858.0866	2.2899	3857.6473	0.00018333	3857.64748333
4		0.3881	3856.0704	2.4043	3855.6823	0.00024444	3855.68254444
5		0.3627	3854.1784	2.2547	3853.8157	0.00030556	3853.81600556
6		0.7866	3852.1473	2.8177	3851.3607	0.00036667	3851.36106667
7		0.4268	3849.2416	3.3325	3848.8148	0.00042778	3848.81522778
8		0.4701	3847.8143	1.8974	3847.3442	0.00048889	3847.34468889
9	UNAPC-05			2.2170	3845.5973	0.00055000	3845.59785000



RETORNO DE UNAPC-05 A PC-19							
9	UNAPC-05	2.2170	3847.8143		3845.5973	0.00055000	3845.59785000
10		0.4680	3845.5156	2.7667	3845.0476	0.00061111	3845.04821111
11		2.0978	3845.3313	2.2821	3843.2335	0.00067222	3843.23417222
12		3.1497	3848.4283	0.0527	3845.2786	0.00073333	3845.27933333
13		3.1732	3851.5798	0.0217	3848.4066	0.00079444	3848.40739444
14		2.9351	3853.4829	1.0320	3850.5478	0.00085556	3850.54865556
15		2.7160	3856.1234	0.0755	3853.4074	0.00091667	3853.40831667
16		3.1619	3859.1537	0.1316	3855.9918	0.00097778	3855.99277778
17		2.0835	3860.7321	0.5051	3858.6486	0.00103889	3858.64963889
18	PC-19			0.3508	3860.3813	0.00110000	3860.38240000

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel

	M	KM	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO
DISTANCIA	380.8563	0.3809	0.00006111
Error	0.0011		
N. DE PRECISIÓN	0.00617	ACEPTABLE	
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00247	ACEPTABLE	

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel.

Tabla 50

Datos de la nivelación de los puntos UNAPC-05 a UNAPC-06

NIVELACIÓN							
IDA DE UNAPC-05 A UNAPC-06							
EST	PUNTO VISADO	VISTA ATRAS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	COMPENSACIÓN	COTA COMPENSADA
	UNAPC-05	0.2268	3845.8241		3845.5973		
1		0.1674	3843.9817	2.0098	3843.8143	0.00000588	3843.81430588
2		0.6282	3842.5342	2.0757	3841.9060	0.00001176	3841.90601176
3		0.6377	3841.1071	2.0648	3840.4694	0.00001765	3840.46941765
4		0.9096	3839.7663	2.2504	3838.8567	0.00002353	3838.85672353
5	BM03			1.2891	3838.4772	0.00002941	3838.47722941
5	BM03	0.9237	3839.4009		3838.4772	0.00002941	3838.47722941
6		0.5286	3837.7108	2.2187	3837.1822	0.00003529	3837.18223529
7		0.2404	3835.5670	2.3842	3835.3266	0.00004118	3835.32664118
8		0.2588	3833.6255	2.2003	3833.3667	0.00004706	3833.36674706
9		0.3537	3831.7931	2.1861	3831.4394	0.00005294	3831.43945294



10	BM04			2.3722	3829.4209	0.00005882	3829.42095882
10	BM04	0.1221	3829.5430		3829.4209	0.00005882	3829.42095882
11		0.0277	3827.1600	2.4107	3827.1323	0.00006471	3827.13236471
12		0.0170	3824.7528	2.4242	3824.7358	0.00007059	3824.73587059
13		0.0661	3822.4962	2.3227	3822.4301	0.00007647	3822.43017647
14		0.1605	3820.1787	2.4780	3820.0182	0.00008235	3820.01828235
15		0.8481	3818.6259	2.4009	3817.7778	0.00008824	3817.77788824
16		1.6829	3818.6436	1.6652	3816.9607	0.00009412	3816.96079412
17	UNAPC-06			1.5545	3817.0891	0.00010000	3817.08920000
RETORNO DE UNAPC-06 A UNPAC-05							
17	UNAPC-06	1.5545	3818.6436		3817.0891	0.00010000	3817.08920000
18		1.7293	3818.6900	1.6829	3816.9607	0.00010588	3816.96080588
19		2.2443	3820.3514	0.5829	3818.1071	0.00011176	3818.10721176
20		2.4713	3822.6702	0.1525	3820.1989	0.00011765	3820.19901765
21		2.4449	3825.0124	0.1027	3822.5675	0.00012353	3822.56762353
22		2.4619	3827.3467	0.1276	3824.8848	0.00012941	3824.88492941
23		2.4319	3829.7244	0.0542	3827.2925	0.00013529	3827.29263529
24	BM04			0.3048	3829.4196	0.00014118	3829.41974118
24	BM04	2.3723	3831.7919		3829.4196	0.00014118	3829.41974118
25		2.1914	3833.6297	0.3536	3831.4383	0.00014706	3831.43844706
26		2.2119	3835.7198	0.1218	3833.5079	0.00015294	3833.50805294
27		2.3497	3837.8977	0.1718	3835.5480	0.00015882	3835.54815882
28		1.8584	3839.4176	0.3385	3837.5592	0.00016471	3837.55936471
29	BM03			0.9418	3838.4758	0.00017059	3838.47597059
29	BM03	1.2891	3839.7649		3838.4758	0.00017059	3838.47597059
30		2.4261	3841.2813	0.9097	3838.8552	0.00017647	3838.85537647
31		2.3034	3842.7705	0.8142	3840.4671	0.00018235	3840.46728235
32		2.1681	3844.7051	0.2335	3842.5370	0.00018824	3842.53718824
33		2.0728	3846.3914	0.3865	3844.3186	0.00019412	3844.31879412
34	UNAPC-05			0.7943	3845.5971	0.00020000	3845.59730000

	M	KM	
DISTANCIA	391.8996	0.3919	COMPENSACIÓN POR PUNTO DE CAMBIO 0.00000588
Error	0.0002		
N. DE PRECISIÓN	0.00626	ACEPTABLE	
N. DE ALTA PRECISIÓN	0.00250	ACEPTABLE	

Nota: Elaboración propia en base al programa Excel



$$W = \begin{bmatrix} -14.7735 \\ -8.5594 \\ -6.9299 \\ -12.5851 \\ -7.9125 \\ -7.1168 \\ -11.0829 \\ 9.4863 \\ -2.4881 \\ -4.165 \\ 7.4409 \\ 10.8369 \\ 1.6052 \\ 6.6909 \\ 9.0895 \\ -1.7098 \\ 2.3089 \\ -4.9605 \\ -10.7348 \\ 4.6002 \\ 2.2432 \\ 14.7851 \\ 28.5081 \\ -4.5762 \end{bmatrix}$$



$$(B^T * P * B)^{-1} * B^T * P * W = \begin{bmatrix} 14.7735 \\ 23.3329 \\ 30.2628 \\ 42.8479 \\ 50.7604 \\ 57.8772 \\ 68.9601 \\ 59.4738 \\ 61.9619 \\ 66.1269 \\ 58.6860 \\ 47.8491 \\ 46.2439 \\ 139.553 \\ 30.4635 \\ 32.1733 \\ 29.8651 \\ 34.8256 \\ 45.5604 \\ 40.9602 \\ 38.7170 \\ 23.9319 \\ -4.5762 \end{bmatrix}$$

ANEXO 4: Cálculo de coordenadas de la poligonal

POLIGONAL ABIERTA - CARRETERA DESVIO ISLA ESTEVES - MILLOJACHI, PUNO, UNAPC-002-UNAPC-003																		
NORTE					ESTE													
Y	X	UNAPC-002	UNAPC-003	UNAPC-002	UNAPC-003	UNAPC-002	UNAPC-003	UNAPC-002	UNAPC-003									
0.000	-0.002			8250389.326	393089.452	8250466.297	393275.635	8250545.782	393430.230									
Factor de corrección: 1.00000																		
Factor de replanteo: 1.00000																		
E. RELATIVO = 1550401																		
E. RELATIVO = 0.001681577																		
E. RELATIVO = 0.00000																		
E. RELATIVO = 0.00000																		
Est.	Vert	Coordenadas parciales		Cota	Lado	PARCIAL			COMPENSACIÓN									
		Norte (Y)	Este (X)			DY	DX	Distancias parciales	DY	DX	Distancias compensadas	Vert	Coordenadas Absolutas					
Est	UNAPC-002	8250390.05400	393090.85300	Indicada										UNAPC-002	8250390.054	393090.853		
Est	PC3	8250466.29693	393275.63501	Indicada	UNAPC-002 PC3	76.233	184.782	199.8896000	76.233	184.782	199.889			PC3	8250466.297	393275.635		
Est	PC4	8250545.78207	393430.22999	Indicada	PC3 PC4	79.485	154.595	173.9316000	79.485	154.595	173.932			PC4	8250545.782	393430.230		
Est	PC5	8250666.85886	393605.67710	Indicada	PC4 PC5	121.077	175.447	213.1696000	121.077	175.447	213.169			PC5	8250666.859	393605.677		
Est	PC6	8250757.29570	393705.17921	Indicada	PC5 PC6	90.437	99.502	134.4600000	90.437	99.502	134.460			PC6	8250757.296	393705.179		
Est	PC7	8250850.88867	393699.88829	Indicada	PC6 PC7	93.593	-5.291	93.7434000	93.593	-5.291	93.742			PC7	8250850.889	393699.888		
Est	PC8	8250994.67577	393623.76854	Indicada	PC7 PC8	143.787	-76.120	162.5926000	143.787	-76.120	162.593			PC8	8250994.676	393623.768		
Est	PC9	8251132.58781	393409.64558	Indicada	PC8 PC9	137.912	-214.123	254.5927000	137.912	-214.123	254.593			PC9	8251132.588	393409.645		
Est	PC10	8251528.80407	393215.55314	Indicada	PC9 PC10	396.216	-194.092	441.2020000	396.216	-194.092	441.202			PC10	8251528.804	393215.552		
Est	PC11	8251726.63605	393270.23505	Indicada	PC10 PC11	197.832	54.682	205.2501000	197.832	54.682	205.250			PC11	8251726.636	393270.234		
Est	PC12	8251945.34817	393135.15717	Indicada	PC11 PC12	218.712	-135.078	257.0623000	218.712	-135.078	257.062			PC12	8251945.348	393135.156		
Est	PC13	8252249.72920	393102.41030	Indicada	PC12 PC13	304.381	-32.747	306.1375000	304.381	-32.747	306.137			PC13	8252249.729	393102.409		
Est	PC14	8252320.13222	393079.35446	Indicada	PC13 PC14	70.403	-23.056	74.0821000	70.403	-23.056	74.082			PC14	8252320.132	393079.353		
Est	UNAPC-003	8252382.45836	393013.17764	Indicada	PC14 UNAPC-003	62.326	-66.177	90.9061000	62.326	-66.177	90.906			UNAPC-003	8252382.458	393013.178		
						PERIMETRO:	2607.119				PERIMETRO:	2607.119						

POLIGONAL ABIERTA - CARRETERA DESVIO ISLA ESTEVES - MILLOJACHI, PUNO_UNAPC-004-UNAPC-005

		NORTE		ESTE	
ERROR LINEAL	Y	X	UNAPC-004	UNAPC-004	392842.325
	-0.023	0.023	UNAPC-005	UNAPC-005	392124.468
ERROR CIERRE (X,Y)	0.033009584				
E. RELATIVO*	1				
	55136				


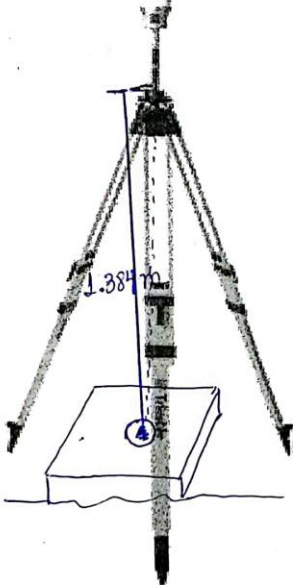
Factor de corrección:	1.00000
Factor de replanteo:	1.00000

CY	CX
-0.00001	0.00001

Est.	Vert	Coordenadas paralelas		Cota	Lado	PARCIAL			COMPENSAÇÃO			Coordenadas Absolutas		
		Norte (Y)	Este (X)			DY	DX	Distancias paralelas	DY	DX	Distancias compensadas	Vert	Norte (Y)	Este (X)
E#1	UNAPC-004	8252572.7730	392842.32500	Indicada	UNAPC-004 PC15	135.147	-53.693	145.4223000	135.145	-53.692	145.420	UNAPC-004	8252572.773	392842.326
E#1	PC15	8252707.9181	392788.63157	Indicada	PC15 PT15	431.776	-165.635	452.4559000	431.770	-165.629	452.448	PC15	8252707.918	392788.633
E#1	PT15	8253139.69574	392622.99639	Indicada	PT15 PT16	203.020	-84.125	219.7589000	203.017	-84.122	219.755	PT15	8253139.698	392622.004
E#1	PT16	8253942.71548	392538.87173	Indicada	PT16 PT17	269.298	-165.504	316.2993000	269.294	-165.500	316.294	PT16	8253942.705	392538.882
E#1	PC17	8253612.01321	392372.96821	Indicada	PT17 PC18	194.749	-128.443	233.2917000	194.746	-128.440	233.288	PC17	8253611.999	392372.983
E#1	PC18	8253806.76259	392244.53485	Indicada	PC18 PC19	-70.686	-63.271	94.8674000	-70.688	-63.270	94.867	PC18	8253806.745	392244.542
E#1	PC19	8253736.07617	392181.26357	Indicada	PC19 UNAPC-005	-376.657	-56.809	380.9169000	-376.652	-56.804	380.921	PC19	8253736.058	392181.272
E#1	UNAPC-005	8253359.41927	392124.44459	Indicada								UNAPC-005	8253359.398	392124.488
						PERIMETRO: 1853.012			PERIMETRO: 1852.993					



ANEXO 5: Fichas de observación de campo

 <p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA</p>																					
<p>Diario de Observación GNSS Proyecto: <u>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO</u></p>																					
<p>Estación Nombre Completo: <u>PUNO 1386</u> Identificación (4 letras): <u>PUNO 1386</u> Inscripción en el monumento: <u>UNIV. NAC. DEL ALTIPLANO - PUNO SE PROHIBE DESTRUIR - C - PUNO1386 SET 2023 PROPIEDAD DEL ESTADO</u> Fecha: <u>17/07/2024</u></p>																					
<p>Coordenadas Aproximadas: Latitud: <u>15° 49' 28.39"</u> Longitud: <u>70° 01' 00.91"</u> Altura: <u>3829.73</u> m</p>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Receptor / Antena</th> <th>Tipo</th> <th>Modelo</th> <th>Nro. Serie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Receptor: <u>TRIMBLE</u></td> <td><u>BASE</u></td> <td><u>R10</u></td> <td><u>5542439794</u></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Software del Receptor (Versión): <u>TRIMBLE ACCESS</u></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Longitud del Cable Antena - Receptor: <u> </u> m</td> </tr> </tbody> </table>		Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie	Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>BASE</u>	<u>R10</u>	<u>5542439794</u>	Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u>				Software del Receptor (Versión): <u>TRIMBLE ACCESS</u>				Longitud del Cable Antena - Receptor: <u> </u> m			
Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie																		
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>BASE</u>	<u>R10</u>	<u>5542439794</u>																		
Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u>																					
Software del Receptor (Versión): <u>TRIMBLE ACCESS</u>																					
Longitud del Cable Antena - Receptor: <u> </u> m																					
<p>Altura de la Antena Sobre el monumento</p> <p>Punto de referencia <u>PALANCA DE LA EXTENSIÓN</u></p> <p><input type="checkbox"/> Vertical ó <input checked="" type="checkbox"/> Inclinada</p> <p>Antes de las Observaciones: <u>1.3840</u> m Después de las Observaciones: <u>1.3840</u> m Datos del Receptor: <u> </u> m</p>	<p>Croquis de las medidas de la Antena (Ejemplo)</p> 																				
<p>Observación: Nro. de la sesión del mismo día: <u>01</u> Intervalo de Medición: <u>5</u> Seg. Elevación Mínima: <u>10°</u> Hora de Inicio: <u>10:10 A.M.</u> Hora de Término: <u>18:25 hrs</u> Operador / Institución: <u>JULIO CESAR ALFONTE TARQUI</u></p>																					



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Diario de Observación GNSS

Proyecto: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Estación

Nombre Completo: UNAPC-001 Identificación
UNIV. NAC. DEL ALTIPLANO - PUNO (4 letras): UNAPC-001
Inscripción en SE PROHIBE DESTRUIR - C - UNAPC-001
el monumento: MAYO 2023 PROPIEDAD PRIVADA Fecha: 17/07/2024

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 15° 49' 23.49" Longitud: 70° 00' 6.36" Altura: 3834.5 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>MOVIL</u>	<u>R8S</u>	<u>5922R91320</u>
Antena: <u>TRIMBLE-INTERNA</u>			
Software del Receptor (Versión): <u>TRIMBLE ACCESS</u>			
Longitud del Cable Antena - Receptor: <u>- - -</u> m			

Altura de la Antena
Sobre el monumento

Punto de referencia CENTRO DEL TOPE
PROTECTOR

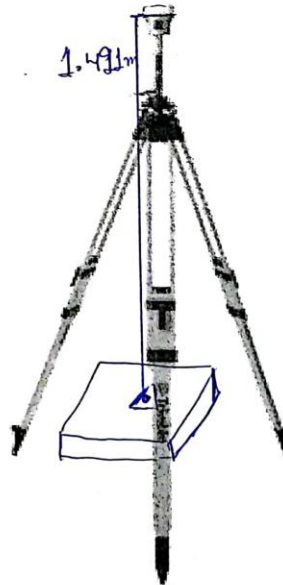
Vertical ó Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.491 m

Después de las Observaciones: 1.491 m

Datos del Receptor: _____ m

Croquis de las medidas de la Antena
(Ejemplo)



Observación:

Nro. de la sesión del mismo día: 01

Intervalo de Medición: 5 Seg.

Elevación Mínima: 10°

Hora de Inicio: 10:42 Hrs

Hora de Término: 14:05 Hrs.

Operador / Institución: JULIO CESAR
ALFONTE TARQUI



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Diario de Observación GNSS

Proyecto: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

Estación

Nombre Completo: UNAPC-002 Identificación
UNIV. NAC. DEL ALTIPLANO - PUNO (4 letras): UNAPC-002
Inscripción en SE PROHIBE DESTRUIR - C - UNAPC-002
el monumento: MAYO 2023 PROPIEDAD PRIVADA Fecha: 17/07/2024

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 15° 49' 22.8" S Longitud: 69° 59' 53.95" O Altura: 3843 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>MOVIL</u>	<u>R8s</u>	<u>5924R91103</u>
Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u>			
Software del Receptor (Versión): <u>TRIMBLE ACCESS.</u>			
Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m			

Altura de la Antena
Sobre el monumento

Punto de referencia BASE DEL SOPORTE DE ANTENA

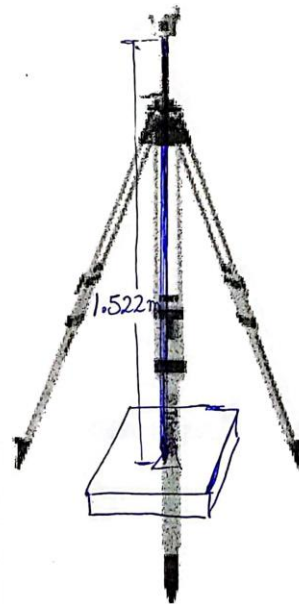
Vertical ó Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.522 m

Después de las Observaciones: 1.522 m

Datos del Receptor: _____ m

Croquis de las medidas de la Antena
(Ejemplo)



Observación:

Nro. de la sesión del mismo día: 01
Intervalo de Medición: 5 Seg.
Elevación Mínima: 10°
Hora de Inicio: 11:20 hrs
Hora de Término: 14:17 hrs
Operador / Institución: JULIO CESAR ALFONTE TARQUI



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Diario de Observación GNSS

Proyecto: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

Estación

Nombre Completo: UNAPC-003 Identificación
UNIV. NAC. DEL ALTIPLANO - PUNO (4 letras): UNAPC-003
Inscripción en SE PROHIBE DESTRUIR-C-UNAPC-003
el monumento: MAYO 2023 PROPIEDAD PRIVADA Fecha: 17/07/2024

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 15° 48' 18" S Longitud: 69° 59' 56" W Altura: 3875.426 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>MOVIL</u>	<u>R8s</u>	<u>5924R91103</u>
Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u>			
Software del Receptor (Versión): <u>TRIMBLE ACCESS</u>			
Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m			

Altura de la Antena
Sobre el monumento

Punto de referencia BASE DEL SOPORTE DE ANTENA

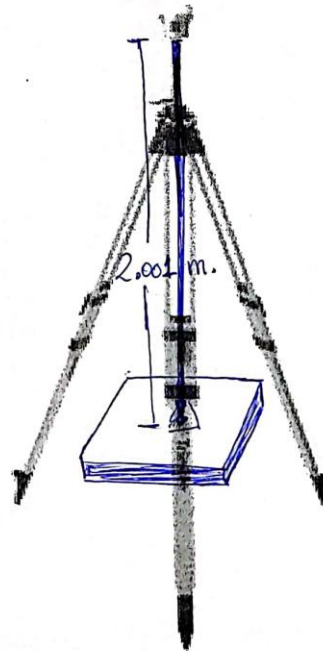
Vertical ó Inclinada

Antes de las Observaciones: 2.001 m

Después de las Observaciones: 2.001 m

Datos del Receptor: _____ m

Croquis de las medidas de la Antena
(Ejemplo)



Observación:

Nro. de la sesión del mismo día: 01
Intervalo de Medición: 5 Seg.
Elevación Mínima: 10°
Hora de Inicio: 11:06 hrs
Hora de Término: 16:16 hrs
Operador / Institución: JULIO CESAR ALFONTE TARQUI



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Diario de Observación GNSS

Proyecto: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO.

Estación

Nombre Completo: UNAPC-004

Identificación

(4 letras): UNAPC-004

Inscripción en

el monumento: UNAPC-004

Fecha: 17/07/2024

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 15° 48' 44.45"
-15.80330841

Longitud: 70° 0' 1.86"
-70.00054625

Altura: 3860.39 m
3860.39

Receptor / Antena

Tipo

Modelo

Nro. Serie

Receptor: TRIMBLE

Movil

R8S

5924R00032

Antena: UHF

Software del Receptor (Versión): TRIMBLE ACCESS

Longitud del Cable Antena - Receptor: --- m

Altura de la Antena

Sobre el monumento

Punto de referencia BASE DEL SOPORTE DE LA ANTENA



Vertical

ó



Inclinada

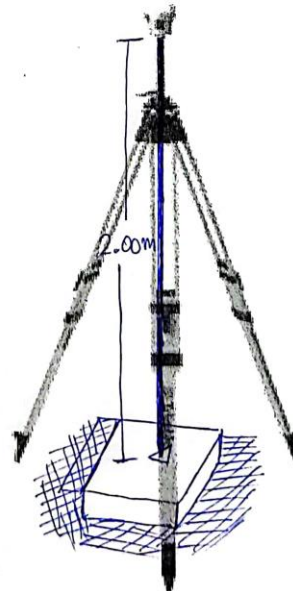
Antes de las Observaciones: 2.000 m

Después de las Observaciones: 2.000 m

Datos del Receptor: _____ m

Croquis de las medidas de la Antena

(Ejemplo)



Observación:

Nro. de la sesión del mismo día: 01

Intervalo de Medición: 5 Seg.

Elevación Mínima: 10°

Hora de Inicio: 11:37 hrs

Hora de Término: 17:03 hrs

Operador / Institución: JULIO CESAR ALFONTE TARQUI



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Diario de Observación GNSS

Proyecto: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

Estación

Nombre Completo: UNAPC-005 Identificación UNAPC-005
 UNIV. NAC. DEL ALTIPLANO - PUNO (4 letras): UNAPC-005
 Inscripción en SE PROHIBE DESTRUIR - C - UNAPC-005
 el monumento: DIC 2023 PROPIEDAD PRIVADA Fecha: 17/07/2024

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 15° 47' 46.1" S Longitud: 76° 0' 25.9" O Altura: 3855 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>MOVIL</u>	<u>R8S</u>	<u>5922R91320</u>
Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u>			
Software del Receptor (Versión): <u>-</u>			
Longitud del Cable Antena - Receptor: <u>-</u>			<u>-</u> m

Altura de la Antena
Sobre el monumento

Punto de referencia CENTRO DEL TOPE
PROTECTOR

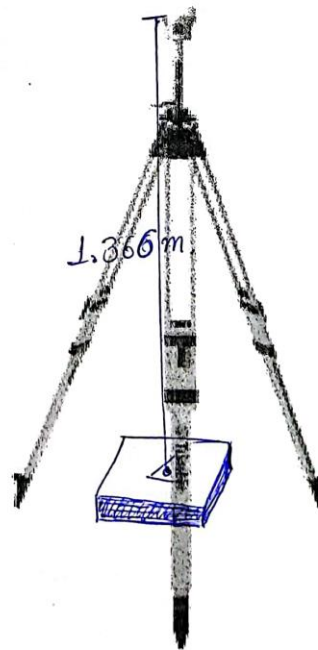
Vertical ó Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.366 m

Después de las Observaciones: 1.366 m

Datos del Receptor: _____ m

Croquis de las medidas de la Antena
(Ejemplo)



Observación:

Nro. de la sesión del mismo día: 01
 Intervalo de Medición: 5 Seg.
 Elevación Mínima: 10°
 Hora de Inicio: 15:07 hrs
 Hora de Término: 17:50 hrs
 Operador / Institución: JULIO CESAR ALFONTE TARQUI



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Diario de Observación GNSS

Proyecto: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.

Estación

Nombre Completo: UNAPC-006 Identificación
UNIV. NAC. DEL ALTIPLANO-PUNO (4 letras): UNAPC-006
 Inscripción en SE PROHIBE DESTRUIR-C-UNAPC
 el monumento: 006 MAYO 2023 PROPIEDAD PRIVADA Fecha: 17/07/2024

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 15° 47' 37.9" S Longitud: 70° 0' 36.9" O Altura: 3825 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>MOVIL</u>	<u>R8s</u>	<u>5924R00032</u>
Antena: <u>TRIMBLE - INTERNA</u>			
Software del Receptor (Versión):			
Longitud del Cable Antena - Receptor:			m

Altura de la Antena
Sobre el monumento

Punto de referencia PALANCA DE LA EX TENSION.

Vertical ó Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.380 m

Después de las Observaciones: 1.380 m

Datos del Receptor: _____ m

Croquis de las medidas de la Antena
(Ejemplo)



Observación:

Nro. de la sesión del mismo día: 01

Intervalo de Medición: 5 Seg.

Elevación Mínima: 10°

Hora de Inicio: 14:54 hrs

Hora de Término: 17:16 hrs

Operador / Institución: JULIO CESAR ALFONTE TARQUI

ANEXO 6: Cuadro de resumen del autor Vizcarra

Nro	ESTACION TOTAL			GPS DIFERENCIAL			DIFERENCIAS		
	NORTE	ESTE	ELEVAC. GEIDAL	NORTE	ESTE	ELEVAC. GEIDAL	NORTE	ESTE	ELEVAC. GEIDAL
1	8440796.8520	788310.1270	4085.4040	8440796.8560	788310.1370	4085.4070	-0.0040	-0.0100	-0.0030
2	8440639.3770	788306.9440	4085.4010	8440639.3820	788306.9510	4085.4050	-0.0050	-0.0070	-0.0040
3	8440788.8510	788309.9630	4085.3960	8440788.8550	788309.9680	4085.4070	-0.0040	-0.0050	-0.0110
4	8440780.8560	788309.8050	4085.4020	8440780.8510	788309.8060	4085.4120	0.0050	-0.0010	-0.0100
5	8440772.8510	788309.6440	4085.3970	8440772.8490	788309.6400	4085.3950	0.0020	0.0040	0.0020
6	8440764.8600	788309.4790	4085.3990	8440764.8490	788309.4830	4085.3920	0.0110	-0.0040	0.0070
7	8440756.8580	788309.3140	4085.4050	8440756.8550	788309.3140	4085.4080	0.0030	0.0000	-0.0030
8	8440748.8570	788309.1610	4085.4030	8440748.8650	788309.1510	4085.3940	-0.0080	0.0100	0.0090
9	8440740.8620	788308.9930	4085.3980	8440740.8590	788308.9960	4085.4110	0.0030	-0.0030	-0.0130
10	8440732.8650	788308.8360	4085.4020	8440732.8530	788308.8350	4085.3900	0.0120	0.0010	0.0120
11	8440724.8620	788308.6720	4085.4040	8440724.8670	788308.6710	4085.3940	-0.0050	0.0010	0.0100
12	8440716.8700	788308.5090	4085.3990	8440716.8680	788308.5120	4085.4050	0.0020	-0.0030	-0.0060
13	8440708.8640	788308.3460	4085.3960	8440708.8750	788308.3600	4085.4090	-0.0110	-0.0140	-0.0130
14	8440700.8680	788308.1850	4085.4000	8440700.8640	788308.1920	4085.3930	0.0040	-0.0070	0.0070
15	8440692.8760	788308.0280	4085.4020	8440692.8720	788308.0200	4085.4060	0.0040	0.0080	-0.0040
16	8440684.8730	788307.8590	4085.4040	8440684.8760	788307.8540	4085.3960	-0.0030	0.0050	0.0080
17	8440676.8740	788307.7030	4085.3970	8440676.8700	788307.7080	4085.3890	0.0040	-0.0050	0.0080
18	8440668.8780	788307.5350	4085.4050	8440668.8820	788307.5310	4085.4040	-0.0040	0.0040	0.0010
19	8440660.8750	788307.3770	4085.3970	8440660.8720	788307.3700	4085.4080	0.0030	0.0070	-0.0110
20	8440652.8750	788307.2190	4085.3990	8440652.8850	788307.2100	4085.3930	-0.0100	0.0090	0.0060
21	8440644.8800	788307.0530	4085.4030	8440644.8790	788307.0470	4085.4030	0.0010	0.0060	0.0000



ANEXO 7: Archivo de la calibración local o de obra

30/9/24, 19:15

Informe de calibración de la obra

Datos del archivo del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: F:\JULIO CESAR\Levantamientos\PROYECTO\PROYECTO CARRETERA\CALIBRACION TRAMO 1_ 1Y3MM\CALIBRACION TRAMO 1_ 1Y3MM.vce	Nombre: World wide/UTM
Tamaño: 56 KB	Zona: 19 South
Modificado/a: 30/09/2024 19:10:41 (UTC:-5)	Datum: WGS 1984
Zona horaria: Hora est. Pacífico, Sudamérica	Datum de referencia WGS 1984 global:
Número de referencia:	Época de referencia global:
Descripción:	Geoide: EGM_08_PERU
Comentario 1:	Datum vertical:
Comentario 2:	Obra calibrada:
Comentario 3:	

Informe de calibración de la obra

Parámetros de calibración horizontal

Este de traslación:	1.7146 m
Norte de traslación:	1.3529 m
rotación:	-0°00'00.6"
Valor este de origen:	393077.349 m
Valor norte de origen:	8251763.272 m
Factor de escala:	1.0008692726

Parámetros de calibración vertical

Desplazamiento vertical en el origen:	45.8172 m
Valor este de pendiente:	17.107 ppm
Valor norte de pendiente:	24.804 ppm
Valor este de origen:	393013.173 m
Valor norte de origen:	8252382.455 m

Diferencias residuales entre GPS y coordenadas conocidas

Resumen

	Residual máximo	Residual de raíz cuadrática media	Punto
Horizontal	0.0065 m	0.0038 m	GPSPC17
Vertical	0.0012 m	0.0005 m	GPSPC17



Tridimensional	0.0066 m	0.0039 m	GPSPC17
-----------------------	----------	----------	---------

Residuales de puntos

Señal de residuales: Control por cálculo

Punto GNSS		Punto calculado		Punto de cuadrícula	
Punto	GPSUNAPC-003	Punto	GPSUNAPC-003	Punto	UNAPC-003
Latitud	S15°48'17.98790"	Este	393013.173 m	Este	393013.176 m
Longitud	W69°59'56.27245"	Norte	8252382.455 m	Norte	8252382.458 m
Altura	3861.218 m	Elevación	3861.218 m	Elevación	3861.218 m
		Residual horiz.	0.0045 m	Tipo	Horiz. y vert.
		Residual vert.	-0.0006 m		
		Residual 3D	0.0046 m		
Punto	GPSUNAPC-004	Punto	GPSUNAPC-004	Punto	UNAPC-004
Latitud	S15°48'11.77376"	Este	392842.325 m	Este	392842.325 m
Longitud	W70°00'01.97924"	Norte	8252572.771 m	Norte	8252572.773 m
Altura	3852.129 m	Elevación	3852.128 m	Elevación	3852.129 m
		Residual horiz.	0.0018 m	Tipo	Horiz. y vert.
		Residual vert.	-0.0007 m		
		Residual 3D	0.0019 m		
Punto	GPSPC15	Punto	GPSPC15	Punto	PC15
Latitud	S15°48'07.37152"	Este	392788.635 m	Este	392788.633 m
Longitud	W70°00'03.76057"	Norte	8252707.916 m	Norte	8252707.918 m
Altura	3853.839 m	Elevación	3853.838 m	Elevación	3853.839 m
		Residual horiz.	0.0023 m	Tipo	Horiz. y vert.
		Residual vert.	-0.0006 m		
		Residual 3D	0.0024 m		
Punto	GPSPT15	Punto	GPSPT15	Punto	PT15
Latitud	S15°47'53.30761"	Este	392623.003 m	Este	392623.004 m
Longitud	W70°00'09.25338"	Norte	8253139.692 m	Norte	8253139.688 m
Altura	3851.531 m	Elevación	3851.531 m	Elevación	3851.531 m
		Residual horiz.	0.0040 m	Tipo	Horiz. y vert.
		Residual vert.	0.0000 m		
		Residual 3D	0.0040 m		
Punto	GPSPT16	Punto	GPSPT16	Punto	PT16
Latitud	S15°47'46.69387"	Este	392538.881 m	Este	392538.882 m
Longitud	W70°00'12.04564"	Norte	8253342.710 m	Norte	8253342.705 m
Altura	3856.491 m	Elevación	3856.492 m	Elevación	3856.491 m
		Residual horiz.	0.0052 m	Tipo	Horiz. y vert.
		Residual vert.	0.0005 m		



	Residual 3D 0.0053 m	
Punto GPSPC17 Latitud S15°47'37.91259" Longitud W70°00'17.57327" Altura 3867.226 m	Punto GPSPC17 Este 392372.980 m Norte 8253612.005 m Elevación 3867.227 m Residual horiz. 0.0065 m Residual vert. 0.0012 m Residual 3D 0.0066 m	Punto PC17 Este 392372.983 m Norte 8253611.999 m Elevación 3867.226 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSUNAPC-005 Latitud S15°47'46.08686" Longitud W70°00'25.95856" Altura 3845.597 m	Punto GPSUNAPC-005 Este 392124.471 m Norte 8253359.399 m Elevación 3845.598 m Residual horiz. 0.0042 m Residual vert. 0.0006 m Residual 3D 0.0042 m	Punto UNAPC-005 Este 392124.468 m Norte 8253359.396 m Elevación 3845.597 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSUNAPC-001 Latitud S15°49'23.53188" Longitud W70°00'06.66572" Altura 3821.665 m	Punto GPSUNAPC-001 Este 392713.292 m Norte 8250365.083 m Elevación 3821.665 m Residual horiz. 0.0027 m Residual vert. -0.0004 m Residual 3D 0.0027 m	Punto UNAPC-001 Este 392713.290 m Norte 8250365.081 m Elevación 3821.665 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSUNAPC-002 Latitud S15°49'22.77808" Longitud W69°59'53.98177" Altura 3836.439 m	Punto GPSUNAPC-002 Este 393090.854 m Norte 8250390.066 m Elevación 3836.439 m Residual horiz. 0.0023 m Residual vert. 0.0000 m Residual 3D 0.0023 m	Punto UNAPC-002 Este 393090.853 m Norte 8250390.064 m Elevación 3836.439 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC3 Latitud S15°49'20.32806" Longitud W69°59'47.76395" Altura 3844.998 m	Punto GPSPC3 Este 393275.636 m Norte 8250466.299 m Elevación 3844.999 m Residual horiz. 0.0026 m Residual vert. 0.0002 m Residual 3D 0.0026 m	Punto PC3 Este 393275.635 m Norte 8250466.297 m Elevación 3844.998 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC4 Latitud S15°49'17.76759" Longitud W69°59'42.55943"	Punto GPSPC4 Este 393430.232 m Norte 8250545.785 m	Punto PC4 Este 393430.230 m



Altura 3851.928 m	Elevación 3851.929 m Residual horiz. 0.0035 m Residual vert. 0.0004 m Residual 3D 0.0035 m	Norte 8250545.782 m Elevación 3851.928 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC5 Latitud S15°49'13.85805" Longitud W69°59'36.64812" Altura 3864.513 m	Punto GPSPC5 Este 393605.677 m Norte 8250666.862 m Elevación 3864.514 m Residual horiz. 0.0026 m Residual vert. 0.0006 m Residual 3D 0.0027 m	Punto PC5 Este 393605.677 m Norte 8250666.859 m Elevación 3864.513 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC6 Latitud S15°49'10.93302" Longitud W69°59'33.29219" Altura 3872.426 m	Punto GPSPC6 Este 393705.178 m Norte 8250757.298 m Elevación 3872.426 m Residual horiz. 0.0020 m Residual vert. 0.0007 m Residual 3D 0.0021 m	Punto PC6 Este 393705.179 m Norte 8250757.296 m Elevación 3872.426 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC7 Latitud S15°49'07.88921" Longitud W69°59'33.45501" Altura 3879.543 m	Punto GPSPC7 Este 393699.887 m Norte 8250850.891 m Elevación 3879.543 m Residual horiz. 0.0022 m Residual vert. 0.0006 m Residual 3D 0.0023 m	Punto PC7 Este 393699.888 m Norte 8250850.889 m Elevación 3879.543 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC8 Latitud S15°49'03.20267" Longitud W69°59'35.98854" Altura 3890.626 m	Punto GPSPC8 Este 393623.766 m Norte 8250994.676 m Elevación 3890.626 m Residual horiz. 0.0016 m Residual vert. 0.0002 m Residual 3D 0.0016 m	Punto PC8 Este 393623.768 m Norte 8250994.676 m Elevación 3890.626 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC9 Latitud S15°48'58.68582" Longitud W69°59'43.15743" Altura 3881.139 m	Punto GPSPC9 Este 393409.644 m Norte 8251132.587 m Elevación 3881.139 m Residual horiz. 0.0012 m Residual vert. -0.0004 m Residual 3D 0.0012 m	Punto PC9 Este 393409.645 m Norte 8251132.588 m Elevación 3881.139 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC10 Latitud S15°48'45.77387" Longitud W69°59'49.61243" Altura 3883.627 m	Punto GPSPC10 Este 393215.551 m Norte 8251528.801 m Elevación 3883.627 m Residual horiz. 0.0034 m	Punto PC10 Este 393215.552 m Norte 8251528.804 m Elevación 3883.627 m



	Residual vert. -0.0006 m	Tipo Horiz. y vert.
	Residual 3D 0.0034 m	
Punto GPSPC11 Latitud S15°48'39.35028" Longitud W69°59'47.74458" Altura 3887.792 m	Punto GPSPC11 Este 393270.233 m Norte 8251726.631 m Elevación 3887.792 m Residual horiz. 0.0051 m Residual vert. -0.0003 m Residual 3D 0.0051 m	Punto PC11 Este 393270.234 m Norte 8251726.636 m Elevación 3887.792 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC12 Latitud S15°48'32.21850" Longitud W69°59'52.24583" Altura 3880.351 m	Punto GPSPC12 Este 393135.156 m Norte 8251945.343 m Elevación 3880.351 m Residual horiz. 0.0053 m Residual vert. -0.0005 m Residual 3D 0.0053 m	Punto PC12 Este 393135.156 m Norte 8251945.348 m Elevación 3880.351 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC13 Latitud S15°48'22.31717" Longitud W69°59'53.29695" Altura 3869.515 m	Punto GPSPC13 Este 393102.410 m Norte 8252249.723 m Elevación 3869.514 m Residual horiz. 0.0060 m Residual vert. -0.0004 m Residual 3D 0.0061 m	Punto PC13 Este 393102.409 m Norte 8252249.729 m Elevación 3869.515 m Tipo Horiz. y vert.
Punto GPSPC14 Latitud S15°48'20.02458" Longitud W69°59'54.05999" Altura 3867.909 m	Punto GPSPC14 Este 393079.354 m Norte 8252320.127 m Elevación 3867.909 m Residual horiz. 0.0050 m Residual vert. -0.0005 m Residual 3D 0.0050 m	Punto PC14 Este 393079.353 m Norte 8252320.132 m Elevación 3867.909 m Tipo Horiz. y vert.

Fecha:30/09/2024 19:13:26	Proyecto:F:\JULIO CESAR\Levantamientos\PROYECTO\PROYECTO CARRETERA\CALIBRACION TRAMO 1_ 1Y3MM\CALIBRACION TRAMO 1_ 1Y3MM.vce	Trimble Business Center
------------------------------	--	----------------------------



ANEXO 8: Certificación de equipos



CILSEG S.A.C
CONSTRUCCIÓN, INGENIERÍA, LOGÍSTICA
Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Mant. General Reparación Calibración Garantía Nuevo

N° : **001317**

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

EQUIPO : NIVEL DIGITAL

MARCA : LEICA

MODELO : SPRINTER 150M

N° SERIE : 2119440

CÓDIGO INTERNO :

FECHA DE CALIBRACIÓN : 04 de junio del 2024

FECHA DE VENCIMIENTO : 04 de diciembre del 2024

CILSEG S.A.C.: Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales (DIN 18723)

EQUIPO CALIBRADO UTILIZADO

*CALIBRACIÓN: El Equipo Topográfico fue calibrado con el colimador de la marca:

EQUIPO/MODELO : SET COLIMADORES NCS-1

MARCA : SOUTH

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original SOUTH con telescopio de 40x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de 05"; que es patronado periodicamente por una Estacion Total Leica modelo TS-11 1" con el método de lectura directa-inversa y refrendado.

RESULTADOS:

Precision	+/- 1.5 mm en nivelación doble de 1km
Alcance	2-100 m (electrónica)
Distancia Minima de Visado	0.3 m
Telescopio	Imagen directa 24x

CERTIFICADO POR:	FIRMA: ING. BORIS E. SONCCO PAREDES DNI: 70276900 REPRESENTANTE LEGAL	FECHA DE EMISIÓN: 03/06/2024
------------------	--	-------------------------------------

Dirección: Urb. Chanu Chanu Primera Etapa C-19, Puno, Puno, Puno.
E-mail: cilsegsac@gmail.com.
Telefono: 051-820709, Celular: 993876607.



CILSEG S.A.C
CONSTRUCCIÓN, INGENIERÍA, LOGÍSTICA
Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Mant. General Reparación Calibración Garantía Nuevo

N° : **001315**
CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
EQUIPO : Estación Total
MARCA : TRIMBLE
MODELO : C5
N° SERIE : F040324
CÓDIGO INTERNO :

FECHA DE CALIBRACIÓN : 03 de junio del 2024
FECHA DE VENCIMIENTO : 03 de diciembre del 2024

CILSEG S.A.C.: Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales (DIN 18723)

EQUIPO CALIBRADO UTILIZADO

*CALIBRACIÓN: El Equipo Topográfico fue calibrado con el colimador de la marca:

EQUIPO/MODELO : SET COLIMADORES NCS-1
MARCA : SOUTH

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Por medio del cierra angular en directa y en tránsito con el enfoque infinito a través de un set de Colimadores.

RESULTADOS:

ÁNGULOS	VALOR DE PATRÓN	VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
VERTICAL	90°00'00"	90°00'00"	0"	+/- 1"
HORIZONTAL	00°00'00"	180°00'00"	0"	+/- 1"

* El Equipo Topográfico, cumple con los errores de cierre de Fábrica según estándar DIN 18723 normados Internacionalmente en Equipos de Topografía y Geodesia.

CERTIFICADO POR:	FIRMA: CILSEG S.A.C. CONSTRUCCIÓN, INGENIERÍA, LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C. ING. BORIS A. SONCCO PAREDES DNI: 70235900 REPRESENTANTE LEGAL	FECHA DE EMISIÓN: 03/06/2024
-------------------------	--	--



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JULIO CESAR ALFONTE TARQUI,
identificado con DNI 73643721 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE DISTANCIAS VERTICALES Y HORIZON
TALES MEDIANTE UNA CALIBRACIÓN DE OBRA PARA LA POLIGONAL ABIERTA
EN LA CARRETERA DESVÍO ISLA ESTEVES - MILLOJACHI, PUNO”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 24 de octubre del 2024.


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo GABRIEL FORTUNATO ZAPANA CHIPANA,
identificado con DNI 73313313 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA TOPOGRAFÍA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE DISTANCIAS VERTICALES Y HORIZONTALES
MEDIANTE UNA CALIBRACIÓN DE OBRA PARA LA POLIGONAL ABIERTA EN LA
CARRETERA DESVÍO ISLA ESTEVES - MILLOJACHI, PUNO”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de OCTUBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JULIO CESAR ALFONTE TARQUI,
identificado con DNI 73643721 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE DISTANCIAS VERTICALES Y HORIZONTALES MEDIANTE UNA CALIBRACIÓN DE OBRA PARA LA POLIGONAL ABIERTA EN LA CARRETERA DESVÍO ISLA ESTEVES - MILLOJACHI, PUNO”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo GABRIEL FORTUNATO ZAPANA CHIPANA,
identificado con DNI 73313313 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE DISTANCIAS VERTICALES Y HORIZONTALES
MEDIANTE UNA CALIBRACIÓN DE OBRA PARA LA POLIGONAL ABIERTA EN LA
CARRETERA DESVÍO JSLA ESTEVES - MILLOJACHI, PUNO”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de OCTUBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella