

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DISTANCIA Y DIFERENCIA ENTRE COORDENADAS UTM Y
TOPOGRÁFICAS EN LOS PUNTOS GEODÉSICOS DE LA
CARRETERA AMPARAES – PUENTE TAHUIS 2023**

PRESENTADO POR:

Br. ROGERT EDSON ECHARRI SALAS
Br. ARTURO QUISPETUPA NINA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

Mgt. Ing. JUAN PABLO ESCOBAR MASIAS

**CUSCO – PERÚ
2025**



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor MAGISTER.....ESCOBAR MASIAS JUAN PABLO...**

..... quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: ...DISTANCIA Y DIFERENCIA ENTRE COORDENADAS UTM Y TOPOGRAFICAS EN LOS PUNTOS GEODESICOS DE LA CARRETERA AMPARAES-PUENTE TAHUIS 2023....

Presentado por:ECHARRI SALAS ROGERT EDSON..... DNI N° 45738236;

presentado por:QUISPETUPA...NINA ARTURO.....DNI N°: 23967312.....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de ...Ingeniero civil.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ...01..... veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6º del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de7%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	XX
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 16 de octubre..... de 2025.....

Firma

Post firma.....ESCOBAR MASIAS JUAN PABLO.....

Nro. de DNI...23847338.....

ORCID del Asesor...0000-0002-9454-3414.....

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: [oid: 27259:513960492](#)

ROGERT ARTURO ECHARRI QUISPET5UPA

TESIS - Echarri y Quispetupa__.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:513960492

275 páginas

Fecha de entrega

16 oct 2025, 8:53 p.m. GMT-5

38.236 palabras

Fecha de descarga

16 oct 2025, 8:57 p.m. GMT-5

202.978 caracteres

Nombre del archivo

TESIS - Echarri y Quispetupa__.pdf

Tamaño del archivo

33.2 MB

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- | | |
|----|---|
| 7% | Fuentes de Internet |
| 0% | Publicaciones |
| 5% | Trabajos entregados (trabajos del estudiante) |

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- 🚩 Caracteres reemplazados

32 caracteres sospechosos en N.º de páginas

Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

A mi padre Benedicto Echarri a quien admiro por ser una persona muy carismática y amable con los demás, por su grata compañía que además de ser padre es un amigo a quien respeto y admiro bastante

A mis hermanos Hubert y Nais, a quienes los aprecio bastante y agradezco ser parte de mi vida, además son razón de que mis esfuerzos sirvan de ejemplo y motivación a ser profesionales y personas de bien

A mi hija Lucianita Itzel que con simpatía, carisma y amor incondicional motívan las ganas de superarme día a día, por ser esa personita a quien quiero ver crecer llenando mi vida de admiración.

Rogert Edson Echarri Salas

A mis padres, cuya dedicación, cariño y valores han sido el ejemplo más grande en mi vida; su apoyo constante me inspira a seguir adelante con humildad y gratitud.

A mis hermanos, compañeros inseparables en cada etapa, quienes con su presencia me motivan a no rendirme y a dar siempre lo mejor de mí.

A mis hijos, fuente inagotable de amor y energía, razón por la cual busco ser mejor persona y profesional cada día.

Arturo Quispetupa Nina

Agradecimientos

A Dios, puesto que, a pesar de las dificultades, nunca me abandonó ni a mi familia, y si algo logro en la vida es con él, nada sin su bendición

A nuestro asesor ing. Juan Pablo Escobar Masías, por su apoyo y aporte en la realización de la presente tesis de investigación

A mi querida facultad de ingeniería civil – UNSAAC y mis docentes, por los aprendizajes logrados durante mi formación profesional

A la empresa CJ ingenieros EIRL del cual soy parte, por el apoyo incondicional logístico, técnico, motivacional que en sus integrantes pude encontrar, en especial a mi compañero, amigo, socio José Luis Carbalal Huallpa, sus conocimientos y apoyo incondicional para poder realizar la presente tesis

A toda mi familia, amigos, compañeros que de alguna manera estuvieron presentes, alentando la realización de la presente tesis.

Índice

Resumen	13
Abstract.....	14
Introducción.....	15
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	17
1.2. Formulación del Problema de Investigación	19
1.2.1. Problema General	19
1.2.2. Problemas Específicos	19
1.3. Justificación.....	19
1.3.1. Importancia científica.....	19
1.3.2. Importancia práctica	20
1.3.3. Contribución normativa.....	20
1.3.4. Utilidad metodológica	20
1.3.5. Relevancia educativa.....	20
1.4. Alcances y Limitaciones	21
1.4.1. Alcances.....	21
1.4.2. Limitaciones	21
II. OBJETIVOS Y FINES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1. Objetivos de la Investigación.....	23
2.1.1. Objetivos Generales	23
2.1.2. Objetivos Específicos	23
2.2. Fines de la Investigación	23
III. MARCO TEÓRICO	25
3.1. Antecedentes de la Investigación.....	25
3.1.1. Antecedentes internacionales	25
3.1.2. Antecedentes nacionales.....	26
3.2. Base Legal.....	28
3.2.1. Normativa Nacional	28

3.2.2. Normativa Internacional.....	30
3.3. Base Teórica Científica	31
3.3.1. Representaciones de la tierra	31
3.3.1.1. Superficie topográfica	31
3.3.1.2. El geoide	31
3.3.1.3. El elipsoide de revolución	32
3.3.1.4. La ondulación geoidal.....	33
3.3.2. Sistemas de referencia terrestre	34
3.3.2.1. Definición de sistema de referencia y datum	34
3.3.2.2. sistema geodésico local.....	34
3.3.2.3. Un sistema geodésico global.....	36
3.3.3. Sistema de Coordenadas	39
3.3.3.1. Sistemas de coordenadas geocéntricas (X,Y,Z)	39
3.3.3.2. El sistema de coordenadas geográficas (ϕ , λ , h)	40
3.3.3.3. sistema de coordenadas proyectadas (E,N)	41
3.3.3.4. Proyección UTM	42
3.3.3.5. El sistema de coordenadas topográficas	46
3.3.4. Transformaciones y relación entre sistemas	46
3.3.4.1. Transformaciones geocéntricas \leftrightarrow geodésicas.....	46
3.3.4.2. Transformaciones de geodésicas \leftrightarrow UTM	48
3.3.5. Los factores de escala	50
3.3.5.1. Factor de Escala por Proyección Cartográfica (K)	50
3.3.5.2. Factor de Escala por Altura Elipsoidal (Kh).....	53
3.3.5.1. Factor de Escala Combinado (Kc)	53
3.3.6. Distancia entre dos Puntos	54
3.3.6.1. Distancia de Cuadrícula (Lc).....	54
3.3.6.2. Distancia Geodésica (Lo)	54
3.3.6.3. Distancia Topográfica (Lt).....	54
3.3.7. Medida de Direcciones	56

3.3.7.1.	Meridiano Geográfico de un Punto A (MG)	56
3.3.7.2.	Meridiano de Cuadrícula de un Punto A (MC)	57
3.3.7.3.	Convergencia de Meridianos (γ)	57
3.3.7.4.	Azimut de Cuadrícula (t)	59
3.3.7.5.	Azimut Geodésico Proyectado (T)	59
3.3.7.6.	Corrección por Curvatura (T-t).....	60
3.3.7.7.	Azimut Geográfico o Verdadero (Zg)	61
3.3.8.	Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas.....	62
3.3.9.	Polygonal Cerrada Ligada en sus Dos Extremos.....	62
3.3.9.1.	Cálculo de Azimut de los Lados de la Polygonal.....	63
3.3.9.2.	Análisis de Cierre Angular	63
3.3.9.3.	Compensación Angular	64
3.3.9.4.	Cálculo de Coordenadas Parciales.....	64
3.3.9.5.	Análisis de Cierre Lineal	64
3.3.9.6.	Compensación Lineal	65
3.3.9.7.	Cálculo de Coordenadas Absolutas.....	66
3.4.	Definición de Términos	67
IV.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	70
4.1.	Hipótesis de la Investigación.....	70
4.1.1.	Hipótesis General	70
4.1.2.	Hipótesis Específicas.....	70
4.2.	Variables de la Investigación	70
4.2.1.	Determinación de las Variables	70
4.2.2.	Indicadores.....	70
4.2.3.	Proceso de Operacionalización de Variables.....	71
V.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	72
5.1.	Población	72
5.1.1.	Ubicación.....	72
5.1.2.	Muestra	74

VI. MATERIALES Y EQUIPOS	75
6.1. Materiales	75
6.2. Equipos	75
6.2.1. Equipos de Campo	75
6.2.2. Equipos de Cómputo	76
6.2.3. Equipos de Software.....	76
VII. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	77
7.1. Diseño de la Investigación.....	77
7.2. Método de la Investigación	77
7.3. Técnicas de la Investigación.....	78
7.3.1. Técnicas de Muestreo	78
7.3.1.1. Solicitud de las Coordenadas UTM de los Puntos Geodésicos.....	78
7.3.1.2. Datos de la muestra.....	81
7.3.2. Técnicas de Recolección de Datos.....	82
7.3.2.1. Levantamiento de las Poligonales con Estación Total	82
7.3.2.2. Levantamiento de las Poligonales con Receptores GNSS.....	84
7.3.3. Técnicas de Procesamiento de Datos	86
7.3.3.1. Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas.....	86
7.3.3.2. Cálculo de la Poligonal	92
7.3.3.3. Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM.....	101
7.3.4. Técnicas de Análisis de Datos.....	103
7.3.4.1. Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs coordenadas UTM - RTK	103
7.3.4.2. Comparación Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas.....	106
7.3.4.3. Comparación Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica	109
7.3.4.4. Análisis entre Coordenadas UTM y Topográficas del Total de Puntos Medidos en la Investigación	112
7.3.4.5. Validación de Hipótesis	117
7.3.5. Discusión de Resultados	129

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
8.1. Conclusiones	131
8.2. Recomendaciones	132
Referencias	133
Anexos.....	136
Matriz de Consistencia.....	136
Panel Fotográfico	137
Certificado de la Estación Total	149
Certificado del Receptor GNSS	151
Proceso de Medición de Ángulos	152
Cuadro de Recolección de Distancias Horizontales.....	158
Planos	158
Documento de Recepción de Coordenadas.....	162
Manual de conversión de coordenadas UTM a coordenadas geodésicas y topográficas con Excel, determinación de factores de escala	173
Manual de conversión de coordenadas geodésicas a coordenadas UTM y topográficas con Excel	177
Manual de conversión de coordenadas topográficas a geodésicas y UTM, determinación de factores de escala con Excel.....	182
Manual de obtención de factores de escala con el software Trimble Business Center.....	186
Manual de uso para recolección de puntos topográficos con GPS diferencial CHCNAV i93.....	195
Manual de certificación de punto geodésico de orden C	216
Procesamiento de línea base con Trimble Business Center v2024.10.....	246
Procesamiento de línea base en Leica Infinity.....	263

Índice de Tablas

Tabla 1 parámetros de elipsoide.....	33
Tabla 2 Sistemas Geodésicos Locales	35
Tabla 3 Sistemas Geocéntricos Globales	37
Tabla 4 Sistema de Proyección cartográfica.....	42
Tabla 5 Elementos Fundamentales de la Proyección UTM.....	43
Tabla 6. Formulas utilizadas para conversión de coordenadas geocéntricas a geodésicas	47
Tabla 7 Elipsoide WGS84 – Elementos, Parámetros y Radios de Curvatura.....	49
Tabla 8 Factores de Escala y relación de distancias	50
Tabla 9 Cuadro de operacionalización de variables	71
Tabla 10 Ubicación de la Carretera Amparaes - Puente Tahuís	72
Tabla 11 Tabla de Coordenadas UTM de los Puntos Geodésicos de la Carretera Amparaes - Puente Tahuís	80
Tabla 12 Coordenadas UTM de la Muestra	81
Tabla 13 Ángulos y Distancias del Circuito I	82
Tabla 14 Ángulos y Distancias del Circuito II	83
Tabla 15 Ángulos y Distancias del Circuito III	83
Tabla 16 Coordenadas UTM de los Vértices de la Poligonal del Circuito I.....	84
Tabla 17 Coordenadas UTM de los Vértices de la Poligonal del Circuito II.....	84
Tabla 18 Coordenadas UTM de los Vértices de la Poligonal del Circuito III.....	85
Tabla 19 Elementos del Elipsoide WGS84	86
Tabla 20 Parámetros del Elipsoide WGS84.....	87
Tabla 21 Datos de los Puntos Geodésicos	87
Tabla 22 Cálculo del Factor de Escala por Proyección Cartográfica.....	87
Tabla 23 Cálculo del Factor de Escala por Altura Elipsoidal	88
Tabla 24 Cálculo del Factor de Escala Combinado	88
Tabla 25 Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas - Circuito I	89
Tabla 26 Parámetros de Transformación - Circuito I.....	89
Tabla 27 Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas - Circuito II.....	90
Tabla 28 Parámetros de Transformación - Circuito II.....	90
Tabla 29 Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas - Circuito III.....	91
Tabla 30 Parámetros de Transformación - Circuito III.....	91
Tabla 31 Cálculo de Azimut y Error Angular – Circuito I	92
Tabla 32 Compensación de Ángulos y Cálculo de Coordenadas Parciales - Circuito I	93
Tabla 33 Compensación Lineal y Cálculo de Coordenadas Absolutas - Circuito I	94
Tabla 34 Cálculo de Azimut y Error Angular - Circuito II	95
Tabla 35 Compensación de Ángulos y Cálculo de Coordenadas Parciales - Circuito II	96

Tabla 36	Compensación Lineal y Cálculo de Coordenadas Absolutas - Circuito II	97
Tabla 37	Cálculo de Azimut y Error Angular - Circuito III	98
Tabla 38	Compensación de Ángulos y Cálculo de Coordenadas Parciales - Circuito III	99
Tabla 39	Compensación Lineal y Cálculo de Coordenadas Absolutas - Circuito III ...	100
Tabla 40	Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM – Circuito I	101
Tabla 41	Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM – Circuito II	101
Tabla 42	Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM – Circuito III	102
Tabla 43	Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs coordenadas UTM - RTK– Circuito I	103
Tabla 44	Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs Coordenadas UTM - RTK – Circuito II	104
Tabla 45	Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs RTK – Circuito III	105
Tabla 46	Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Circuito I	106
Tabla 47	Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Circuito II	107
Tabla 48	Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Circuito III	108
Tabla 49	Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Circuito I	109
Tabla 50	Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Circuito II	110
Tabla 51	Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Circuito III	111
Tabla 52	Conversión de Coordenadas UTM a Topográficas del Total de Puntos	112
Tabla 53	Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Total de Puntos	113
Tabla 54	Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Total de Puntos	115
Tabla 55	Distancia de Cuadrícula vs diferencia de coordenadas UTM y topográficas por tramos	117
Tabla 56	Distancia de Cuadrícula vs Diferencia de coordenadas UTM y topográficas del Total de Puntos.....	119
Tabla 57	Tabla de Interpretación del Coeficiente de Correlación R	120
Tabla 58	Tabla de cálculo de precisión.....	122
Tabla 59	Tabla de variación de coordenadas respecto a la orientación Este.....	124
Tabla 60	Tabla de variación de coordenadas respecto a la orientación NORTE	126
Tabla 61	Tabla de precisiones obtenidas en la poligonal abierta controlada.....	129

Índice de Figuras

Figura 1	Ejemplo del Circuito de poligonal usada.....	22
Figura 2	Superficie Topográfica	31
Figura 3.	Vista de geoide	32
Figura 4	Elipsoide de revolución	33
Figura 5	Las Tres Superficies de la Tierra.....	34
Figura 6	Representación de sistema Geodésico Local.....	35
Figura 7	Elementos del Sistema Geodésico Global.....	36
Figura 8	Comparación de Sistemas Geodésico Local vs Global	38
Figura 9	Sistema de Coordenadas Geocéntricas	40
Figura 10	Latitud y Longitud en la Tierra	41
Figura 11	Proyección UTM.....	43
Figura 12	Zonas y Bandas del Sistema UTM	44
Figura 13	Zonas UTM en el Perú	45
Figura 14	Tipos de Distancias	51
Figura 15	Variación del Factor de Escala por Proyección Cartográfica	52
Figura 16	Variación del Factor de Escala por Proyección Cartográfica	52
Figura 17	Factor de Escala Debido a la Altura	53
Figura 18	Dirección de una Línea	56
Figura 19	Meridiano Geográfico.....	56
Figura 20	Meridiano de Cuadrícula	57
Figura 21	Convergencia de Meridianos.....	58
Figura 22	Azimut Plano.....	59
Figura 23	Proyección de una Línea del Elipsoide al Plano UTM	59
Figura 24	Azimut Geodésico Proyectado	60
Figura 25	Corrección por Curvatura	60
Figura 26	Azimut Geográfico.....	61
Figura 27	Polygonal Cerrada Ligada en sus Dos Extremos	63
Figura 28	Ubicación Departamental y Provincial	72
Figura 29	Puntos Geodésicos de la Carretera Amparaes - Puente Tahuís	73
Figura 30	Ubicación Distrital	73
Figura 31	Muestra de 12 Puntos Geodésicos.....	74
Figura 32	Receptor GNSS de la Marca CHCNAV Modelo i90	75
Figura 33	Estación Total Marca Topcon Modelo OS-102	76
Figura 34	Imagen del Disco de Bronce del Punto Geodésico CUS04100	78
Figura 35	Plataforma Integral de Solicitudes Digitales del Estado Peruano - Paso 1 ..	79
Figura 36	Plataforma Integral de Solicitudes Digitales del Estado Peruano - Paso 2 ..	80

Figura 37	Modelo de Circuito o Plano Local	82
Figura 38	Distancia UTM vs diferencia de coordenadas UTM y topográficas	118
Figura 39	Distancia de cuadricula vs diferencia entre Coordenadas UTM y Topográficas en total de tramos.....	120
Figura 40	Diagrama – longitud de cuadricula vs diferencia coordenadas UTM convertidas vs UTM obtenidas en modo RTK	124
Figura 41	Diagrama - Distancia de cuadricula en dirección ESTE vs diferencia de coordenadas UTM y topográficas en dirección ESTE	126
Figura 42	Diagrama - Distancia de cuadricula en dirección NORTE vs diferencia de coordenadas UTM y topográficas en dirección NORTE	128

Resumen

La investigación se desarrolló en un tramo de la carretera que conecta el centro poblado de Amparaes con el puente Tahuís, con una longitud aproximada de 77 km. A lo largo de esta vía se establecieron 30 puntos geodésicos de orden C, organizados en pares separados por cerca de 4 km. Para el estudio se seleccionaron cuatro pares consecutivos, dividiendo el tramo en tres secciones de análisis. En cada sección se instalaron vértices conformados por varillas empotradas en el terreno, formando poligonales abiertas con puntos de control ubicados en los extremos. Además, se elaboró una hoja de cálculo que permitió aplicar las fórmulas de conversión entre los sistemas de coordenadas topográficas y UTM, con el propósito de determinar el factor de escala correspondiente.

La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, de tipo no experimental y transversal, seleccionada por su adecuación para analizar la relación entre las variables estudiadas, contribuyendo al desarrollo del conocimiento en el ámbito de la topografía y la geodesia.

Los resultados obtenidos revelaron una relación lineal positiva entre la distancia de un punto a la base y la diferencia entre las coordenadas UTM y topográficas, con una variación promedio de 23 cm por kilómetro y un coeficiente de correlación elevado. Asimismo, se determinó que la precisión de los datos obtenidos mediante receptores GNSS en modo RTK fue de ± 12 mm, aumentando en 3.8 mm por cada kilómetro de distancia adicional. En dirección Este la variación alcanzó 23 cm/km, y en dirección Norte 24 cm/km.

Palabras clave: Coordenadas Topográficas, Coordenadas UTM, Transformación de Coordenadas, Factor de Escala

Abstract

The research was conducted along a segment of the road connecting the town center of Amparaes and the Tahuís Bridge, which has an approximate length of 77 km. Along this road, 30 third-order geodetic points were established, distributed in pairs with an approximate spacing of 4 km. For the purposes of the study, four consecutive pairs of geodetic points were selected, dividing the section into three study zones. In each section, control vertices were installed using rods embedded in the ground, forming open traverses with control points at each end. Additionally, a spreadsheet was developed to apply the coordinate conversion formulas between the topographic and UTM systems, allowing the calculation of the scale factor.

The research methodology used was quantitative, non-experimental, and cross-sectional. This methodology was chosen based on the need to understand the relationship between the mentioned variables, which significantly contributes to the body of knowledge in the fields of surveying and geodesy.

It was found that in the study area there is a positive linear relationship between the distance from a point to the base and the difference between UTM and topographic coordinates, with a variation of 23 cm per kilometer and a very high correlation coefficient. Furthermore, the accuracy of the data obtained with GNSS receivers in RTK mode was determined to be ± 12 mm, with an increase of 3.8 mm per kilometer away from the base. A specific analysis in the Easting direction showed a linear relationship with a variation of 23 cm per kilometer from the base, while in the Northing direction, the variation was 24 cm.

Keywords: Topographic Coordinates, UTM Coordinates, Coordinate Transformation, Scale Factor.

Introducción

La estación total efectúa mediciones directas en campo partiendo de dos puntos de coordenadas conocidas en el cual uno es para posicionar el equipo y el otro para referenciarlo, y una vez posicionado mediante la medición de ángulos y distancias y empleando la matemática euclidianas se determinar las coordenadas del levantamiento. Por otro lado, los receptores GNSS parte de un único punto de referencia de coordenadas conocidas que sirve para posicionar la base y luego mediante una interacción receptor base - satélite - receptor rover obtiene coordenadas del punto por conocer en el rover. En ese entender que las coordenadas obtenidas bajo ambos sistemas de medición no coincidirán necesariamente. Sin embargo, existen actualmente fórmulas de conversión.

Entonces surgen las siguientes interrogantes ¿En qué medida las fórmulas existentes para conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa son consistentes en las mediciones realizadas?, ¿Es posible obtener con precisión las coordenadas UTM utilizando una estación total?, ¿Cuál es la precisión relativa entre las mediciones GNSS obtenidas en modo RTK y las coordenadas UTM convertidas a partir de mediciones con estación total?, ¿Como se relaciona la distancia en dirección Este de los puntos topográficos al punto Base con la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la dirección Este?, ¿Como se relaciona la distancia en dirección Norte de los puntos topográficos al punto Base con la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la dirección Norte?

Tenemos la hipótesis de que la distancia de los puntos geodésicos al punto base se relaciona directamente con la diferencia entre coordenadas UTM y Topográficas en los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023. Además, los valores que se obtendrían por la conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa son consistentes. También se cree que se puede obtener coordenadas UTM con precisión aceptable mediante el uso de una estación total. Otra hipótesis es que las coordenadas UTM obtenidas mediante mediciones GNSS en modo RTK tienen una precisión aceptable y finalmente existe una relación directa de la diferencia de coordenadas en dirección norte y este respecto a la distancia de tales coordenadas a la base en las respectivas direcciones

Por consiguiente, la presente tesis, titulada "Distancia y Diferencia entre Coordenadas UTM y Topográficas en los Puntos Geodésicos de la Carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023", tiene como objetivo evaluar la consistencia de las fórmulas existentes utilizadas para la conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa, Este análisis se llevó a cabo determinando la precisión de las coordenadas UTM convertidas, inicialmente obtenidas con estación total. Asimismo, se pretendió calcular la

precisión relativa entre las mediciones GNSS obtenidas en modo RTK y las coordenadas UTM convertidas a partir de estas mediciones. Por último, se buscó comprender la relación entre la separación en dirección Este respecto a un punto base y la discrepancia en la dirección Este entre las coordenadas UTM convertidas y las coordenadas topográficas, de manera similar en la dirección Norte.

La tesis consta de 8 capítulos. El Capítulo I aborda el planteamiento del problema, el Capítulo II contempla los objetivos y fines de la investigación, el Capítulo III se enfoca en el marco teórico, el Capítulo IV presenta las hipótesis y variables, el Capítulo V describe la población y muestra, el Capítulo VI detalla los materiales y equipos utilizados, el Capítulo VII explica la metodología de investigación, y finalmente, el Capítulo VIII incluye las conclusiones y recomendaciones

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En la actualidad, para los levantamientos topográficos de obras lineales, se emplean diversos equipos e instrumentos, como la estación total, los receptores GNSS, drones cargados de cámaras fotográficas para fotogrametría y drones cargados de sensores láser para el sistema LiDAR. Sin embargo, entre todos estos equipos y técnicas, la estación total es el único instrumento que no está integrado a un sistema geodésico, ya que tanto los receptores GNSS como los drones operan con un sistema geodésico, es decir, utilizan señales de satélites.

Es fundamental comprender que, para determinar las coordenadas en un sistema geodésico de un punto en la superficie terrestre, este debe ser trasladado al elipsoide de referencia, lo que implica un cambio en la altura elipsoidal. Posteriormente, el punto se proyecta a un cilindro transverso el cual representa un plano, lo que introduce un cambio por proyección. Estas coordenadas se conocen como UTM y son el resultado de mediciones indirectas a través de satélites.

Por otro lado, las coordenadas topográficas se refieren a mediciones directas en campo y no tienen un sistema de referencia específico. Es decir, un punto en la superficie terrestre puede tener diferentes coordenadas topográficas en X e Y, dependiendo del especialista y de las coordenadas con las que inicie su levantamiento. Mientras tanto, en el sistema geodésico, un punto en la superficie solo tiene coordenadas UTM únicas en las direcciones Este y Norte.

En general, es importante diferenciar entre las coordenadas UTM, obtenidas con equipos que trabajan con sistemas satelitales, y las coordenadas topográficas, utilizadas con estaciones totales. Esto es crucial para un correcto levantamiento topográfico en obras lineales como carreteras, especialmente en distancias largas donde las diferencias entre ambos sistemas son apreciables.

Es importante entender bien estos conceptos, para realizar un correcto levantamiento topográfico en obras lineales como carreteras. Ya que en la mayoría de casos se desconoce la diferencia que existe entre coordenadas UTM y coordenadas Topográficas, pues cuando se tratan de distancias grandes de varios kilómetros es apreciable estas diferencias.

En países como Brasil y Chile se han optado por la utilización de sistemas de coordenadas locales, que vienen a ser variaciones del sistema de coordenadas UTM, para

adaptarla a la realidad de la zona en estudio; consiguiendo así la reducción de las variaciones entre las coordenadas UTM y las Topográficas.

Según la Comision Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura de Chile (2015):

Debido a las deformaciones que presenta la proyección UTM, no es compatible para el diseño de obras de ingeniería de precisión, razón por la cual, para la realización de este tipo de trabajos y la ejecución de labores topográficas se hace necesario la transformación de puntos de referencia o cualquier elemento que este sobre esta proyección, mediante una serie de cálculos para llegar a relacionarlos con la superficie de terreno. (p.22)

En Perú, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) desempeña un papel fundamental como el ente rector de la cartografía nacional. Su misión principal consiste en elaborar y mantener actualizada la Cartografía Básica Oficial del país, proporcionando a las entidades públicas y privadas la cartografía que requieran. En diciembre del 2020 el IGN mediante Resolución Jefatural resuelve que, la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) constituya el Marco de Referencia Geodésico Oficial para el Perú, el cual proporcionará la base de toda la información geoespacial que se genere por método directo e indirecto en el país.

Como vemos, en el Perú oficialmente solo nos limitamos a utilizar un sistema de referencia global relacionado al elipsoide World Geodetics System 1984 (WGS84), y que por ende hacemos uso de coordenadas UTM; sin tomar en consideración las diferencias que estas tienen frente a una medición directa en coordenadas Topográficas. Es decir, al realizar una medición en coordenadas Topográficas (Estación total) tendremos una medición directa de campo donde los resultados son los más reales posibles, y que por el contrario las mediciones indirectas que se realizan con sistemas satelitales (Receptores GNSS o Drones) sufren cambios los que difieren de las mediciones reales. Pese a esto en el Perú normativamente no se toman en consideración estas diferencias entre tipos de coordenadas; pero internamente sabemos que las instituciones, en los servicios de levantamientos topográficos piden que se entreguen como resultados las listas de coordenadas UTM y Topográficas de los puntos medidos para sus proyectos.

Si reflexionamos sobre este tema, entenderemos que para evitarnos complicaciones y que todos hablemos en un mismo idioma en el sentido de georreferenciación espacial, el Perú ha optado por utilizar únicamente el sistema geodésico global WGS84, y esto ayuda en gran medida para que no haya confusiones al momento de identificar puntos sobre el territorio peruano. Aun así, nuestra preocupación radica en el hecho de que las mediciones realizadas en proyectos lineales como carreteras

deberían ser lo más cercano a la realidad, para conseguir metrados correctos.

1.2. Formulación del Problema de Investigación

1.2.1. Problema General

- ¿Cómo la distancia de los puntos geodésicos al punto base, se relaciona con la diferencia entre coordenadas UTM y Topográficas, en los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿En qué medida las fórmulas existentes para conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa son consistentes en las mediciones realizadas en la carretera Amparaes – puente Tahuís 2023?
- ¿Es posible obtener con precisión las coordenadas UTM utilizando una estación total para el levantamiento de la carreta Amparaes – puente Tahuís – 2023?
- Cuál es la precisión relativa entre las mediciones GNSS obtenidas en modo RTK y las coordenadas UTM convertidas a partir de mediciones con estación total en la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023
- ¿Como se relaciona la distancia en dirección Este de los puntos topográficos al punto Base con la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la dirección Este en la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023?
- ¿Como se relaciona la distancia en dirección Norte de los puntos topográficos al punto Base con la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la dirección NORTE en la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023?

1.3. Justificación

1.3.1. Importancia científica

La presente investigación contribuye de manera significativa al avance del conocimiento en el campo de la topografía y la geodesia, al abordar un problema poco estudiado en el contexto peruano: la diferencia entre coordenadas UTM y coordenadas topográficas en levantamientos de obras lineales de gran extensión.

Actualmente, existen pocos estudios nacionales que cuantifiquen de forma precisa cómo varían las mediciones entre ambos sistemas a medida que aumenta la distancia. Al proporcionar evidencia empírica sobre esta variabilidad, la investigación fortalece las bases teóricas y prácticas para futuros estudios y trabajos profesionales en el área.

1.3.2. Importancia práctica

Desde una perspectiva aplicada, los resultados obtenidos permitirán optimizar los procesos de levantamiento topográfico en proyectos de infraestructura, como carreteras, canales y sistemas de irrigación. El desconocimiento de las diferencias entre los sistemas de coordenadas puede ocasionar errores sistemáticos en los metrados, cubicaciones y replanteos, afectando la precisión de los proyectos y generando sobrecostos o retrasos. Al proporcionar una metodología de medición comparativa, esta investigación ofrece una herramienta concreta para mejorar la calidad y eficiencia de las obras civiles.

1.3.3. Contribución normativa

Este estudio también tiene el potencial de influir en el fortalecimiento de las normativas técnicas vigentes en el país. Actualmente, los reglamentos nacionales en materia de topografía y cartografía no consideran de manera explícita las diferencias entre coordenadas UTM y topográficas para obras lineales de larga distancia. Los hallazgos de esta investigación podrían ser utilizados como insumo para proponer la inclusión de procedimientos de transformación y corrección de coordenadas en manuales técnicos y términos de referencia, promoviendo así levantamientos más precisos y estandarizados en el Perú.

1.3.4. Utilidad metodológica

La metodología aplicada en este estudio, basada en la transformación sistemática de coordenadas y en el análisis comparativo a partir de herramientas de cálculo automatizado (como hojas de Excel), representa un aporte valioso para futuras investigaciones. El procedimiento descrito no solo facilita la replicación del estudio en otros contextos geográficos, sino que también permite su adaptación a diferentes tipos de proyectos topográficos, promoviendo buenas prácticas en el levantamiento y procesamiento de datos espaciales.

1.3.5. Relevancia educativa

Los resultados de esta investigación pueden ser incorporados como material de referencia en asignaturas de topografía, geomática y geodesia a nivel universitario. El análisis de las diferencias sistemáticas entre mediciones directas (topográficas) e indirectas (geodésicas) constituye un tema fundamental para la formación de ingenieros civiles, topógrafos y geógrafos, quienes podrán aplicar este conocimiento en la planificación y ejecución de proyectos de precisión. Asimismo, se fomenta en los futuros profesionales una comprensión crítica y rigurosa de los sistemas de referencia espacial.

La investigación aborda una brecha crítica en ingeniería civil: la incompatibilidad métrica entre sistemas de referencia, que genera errores acumulativos en proyectos viales. Según Durand Cruz (2018), estas diferencias pueden alcanzar 1.5 m en tramos de 5 km, afectando cálculos de volúmenes y alineamientos.

1.4. Alcances y Limitaciones

1.4.1. Alcances

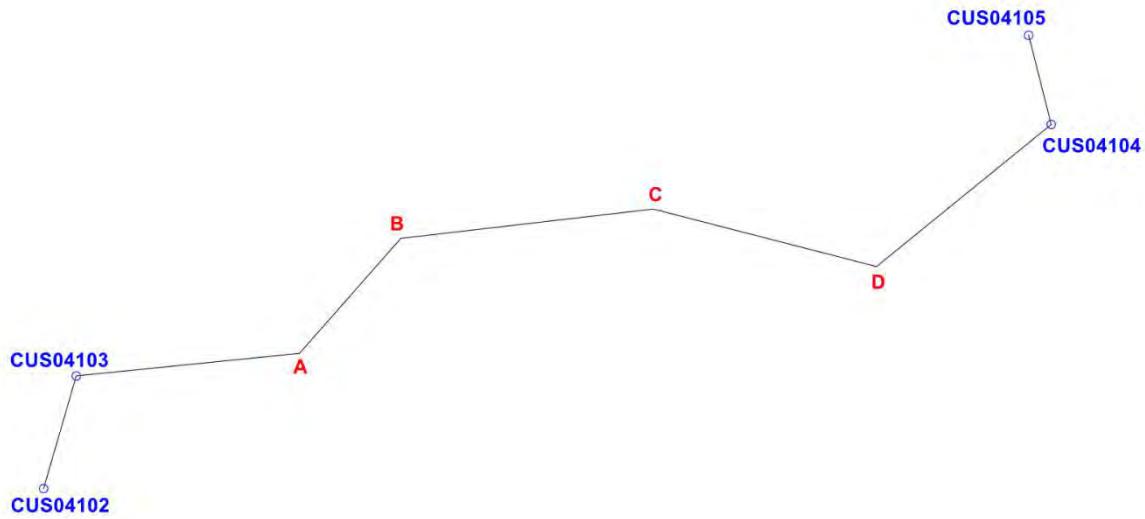
- Para la presente investigación nos centraremos en las Coordenadas Planas de los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís.
- La investigación se desarrolló en el tramo de carretera desde el KM 05+800 hasta el KM 23+900, donde se han identificado 4 pares de Puntos Geodésicos.
- Se emplearon equipos de medición de alta precisión, como estaciones totales y receptores GNSS en modo RTK.

1.4.2. Limitaciones

- La cantidad de puntos geodésicos que se estudiaron fue en total 8. De los cuales contamos con sus coordenadas UTM y estos tienen una codificación dada los que son:
 - CUS04102 y CUS04103
 - CUS04104 y CUS04105
 - CUS04106 y CUS04107
 - CUS04108 y CUS04109
- Se formaron tres circuitos o planos locales, cada uno compuesto por dos pares de puntos geodésicos, estableciendo líneas base y una poligonal cerrada ligada en sus extremos.
- A los vértices de la poligonal se los codificó con las letras del abecedario, teniendo así los vértices: A, B, C, D, ...etc.

Figura 1

Ejemplo del Circuito de poligonal usada



Nota. Fuente: Elaboración propia

II. OBJETIVOS Y FINES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivos de la Investigación

2.1.1. Objetivos Generales

- Determinar y analizar la influencia de la distancia de los puntos geodésicos al punto base, en la diferencia entre las coordenadas UTM y topográficas de los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la consistencia de las fórmulas existentes para la conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa en mediciones realizadas en la carretera Amparaes – Puente Tahuís en el año 2023
- Determinar la precisión de las coordenadas UTM convertidas, obtenidas con la estación total.
- Calcular la precisión relativa entre las mediciones GNSS obtenidas en modo RTK y las coordenadas UTM convertidas a partir de mediciones con estación total en la carretera Amparaes – puente Tahuís 2023
- Determinar la relación entre la separación en dirección ESTE respecto a un punto base y la discrepancia en la dirección ESTE entre las coordenadas UTM convertidas y las coordenadas topográficas
- Determinar la relación entre la separación en dirección NORTE respecto a un punto base y la discrepancia en la dirección NORTE entre las coordenadas UTM convertidas y las coordenadas topográficas

2.2. Fines de la Investigación

- Conocer la relación que existe entre las coordenadas UTM y las coordenadas topográficas en el contexto específico de la carretera Amparaes – puente Tahuís 2023
- Comprender la fiabilidad y consistencia de las fórmulas utilizadas para la conversión de coordenadas Topográficas a UTM y viceversa, para ello se elabora tablas Excel donde se coloca las fórmulas de conversión.
- Demostrar la precisión de las mediciones GNSS en modo RTK con respecto a las coordenadas UTM convertidas

- Comprender la relación que existe entre la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la dirección Este
- Comprender la relación que existe entre la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la dirección Norte

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación

La evolución de las tecnologías topográficas y geodésicas ha revolucionado la forma en que se realiza la captura de datos espaciales. En este contexto, las diferencias entre las coordenadas topográficas (mediciones directas de campo) y las coordenadas geodésicas (coordenadas UTM derivadas de modelos matemáticos) se han convertido en un tema crucial para lograr precisión en proyectos de ingeniería, particularmente en obras lineales como carreteras y ferrocarriles. Estas discrepancias, si no se gestionan adecuadamente, pueden generar errores sistemáticos en la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos.

Actualmente, la Estación Total y los Receptores GNSS son los instrumentos más utilizados. Mientras que los receptores GNSS trabajan dentro de un sistema de referencia global (coordenadas UTM), las estaciones totales utilizan coordenadas relativas (topográficas), lo que genera discrepancias importantes en levantamientos de gran extensión.

3.1.1. Antecedentes internacionales

En Chile, según (Ministerio de Obras Públicas, 2001). reconoce que la proyección UTM genera deformaciones longitudinales que son inaceptables en obras viales de precisión. Por ello, se adoptó la Proyección Transversa de Mercator Local (LTM), con parámetros ajustados a cada zona de interés, minimizando las diferencias entre mediciones topográficas y geodésicas.

En Brasil, El Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (IBGE, 2019) destaca la importancia de usar sistemas de referencia locales y redes geodésicas de alta precisión para mejorar la exactitud de los catastros urbanos y rurales, adoptando prácticas de ajuste y transformación entre sistemas coordinados.

En España, Martínez, García y López (2020), en su investigación sobre errores sistemáticos en redes de control geodésico, concluyen que el uso indiscriminado de coordenadas UTM en proyectos lineales genera errores de proyección acumulativos. Recomiendan el uso de sistemas locales adaptados a pequeñas áreas.

En México, Segundo el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018), la adopción del sistema de referencia geocéntrico ITRF y el uso del sistema de proyección UTM sin ajustes locales ha provocado discrepancias significativas en la infraestructura vial y catastral, impulsando la necesidad de metodologías de corrección.

En Colombia, La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2020) estableció lineamientos para que todos los proyectos de infraestructura utilicen datos corregidos considerando deformaciones de proyección, señalando que las diferencias sin corregir pueden superar los 30 cm en distancias de más de 5 km.

En Estados Unidos, La Federal Geographic Data Committee (FGDC, 2017) promueve el uso de modelos de transformación locales y modelos geoidales actualizados (como el GEOID18) para garantizar que las coordenadas de elevación y posición se ajusten a las necesidades de precisión de los proyectos de ingeniería civil.

Estos antecedentes internacionales revelan un consenso general: en proyectos de gran extensión, la falta de transformación o corrección adecuada entre sistemas coordenados puede conducir a errores que pueden ser considerables en el diseño y ejecución.

3.1.2. Antecedentes nacionales

En el Perú no se ha establecido norma alguna que reconozca la diferencia que existe entre coordenadas UTM y Topográficas, más que en el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018, se menciona dentro del capítulo IX de los estudios de ingeniería básica en la parte de Topografía que: “La información cartográfica este georreferenciada y enlazada a la Red Geodésica Nacional en el sistema WGS84, estableciendo sus coordenadas UTM y geográficas” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

En el año 2017, la Sunarp cuenta con una Base Gráfica Registral que no se encuentra posicionada sobre una cartografía básica oficial. Debido a ello, se induce a error en la ubicación de polígonos presentados para evaluación en las áreas de catastro. No obstante, la entidad, es decir, Sunarp, ha tratado de obtener información de diversas entidades públicas, obteniendo información diversa sobre los mismos ámbitos. Por otro lado, el IGN, siendo el encargado de elaborar la cartografía a escala catastral, no cumple sus funciones. Debido a esta problemática, la entidad utiliza plataformas informáticas como Google Earth como referencia. (SUNARP, 2017), en este punto podemos afirmar que la base gráfica de la Sunarp no se encuentra actualizada, sin embargo, recopilan información de otras entidades obteniendo información diversa sobre los mismos ámbitos esto da a entender que las instituciones no trabajan de acuerdo al sistema geodésico oficial, por otro lado, afirma que usa plataformas informáticas como Google Earth que como bien sabemos está basada en el sistema WGS 84, y por último nunca hacen mención sobre las coordenadas topográficas

Según el art. 51 del reglamento de inscripciones del registro de predios, para la

inscripción de plano de trazado y lotización, ésta debe de estar georreferenciado a la Red Geodésica Nacional (que es el marco de referencia implementada por el IGN) referida al datum y proyección en coordenadas oficiales aprobado por el organismo competente es decir el IGN. El sistema de proyección que usa el IGN es precisamente el universal transversal de Mercator (UTM) siendo su datum WGS 84 el cual es un sistema geodésico mundial que considera como sistema de referencia el centro de masa de la tierra. Cabe indicar que anteriormente estuvo vigente la red geodésica horizontal clásica, provisional del 1956 cuyo origen es La Canoa en Venezuela. De acuerdo a lo anterior se requiere hacer uso de un instrumento de precisión geodésica (GPS diferencial), los profesionales no están usando tal sistema (Rojas Leon, 2019)

De acuerdo a (SUNARP, 2017) y (Rojas Leon, 2019) los profesionales dedicados a generar información gráfica de diferentes entidades llámesese municipalidades y gobiernos regionales a través de la oficina de catastro, Sunarp, Ministerio de Agricultura, ministerio de transporte etc. No están trabajando en su totalidad en el sistema geodésico oficial del Perú. Esto lleva a entender que no están trabajando con la una metodología que conlleve a obtener coordenadas con precisión geodésica. Entendiéndose así que solo nos limitamos a trabajar con coordenadas UTM y no Topográficas.

Por otro lado, cada institución y dependiendo de la capacitación de sus profesionales en este sentido, en los Términos de Referencia de los servicios sobre Topografía que requieran, piden que dentro de los resultados de los levantamientos se entreguen cuadros de coordenadas UTM y Topográficos.

Según (Aduviri, 2017) en la tesis de grado para optar al Título de Ingeniero Civil de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez: INFLUENCIA DEL FACTOR ESCALA EN ESTACIÓN TOTAL GEOREFERENCIADO EN EL TRAMO KM. 3+000 AL 8+000 DE LA CARRETERA PUNO-TIQUILLACA DEL DISTRITO DE PUNO – PUNO, indicó:

Consideramos que el Factor de Escala tiene vital importancia, ya que nos permite corregir las distancias topográficas a distancias en la Proyección UTM, de ese modo poder realizar trabajos de topografía y con el objeto de minimizar las deformaciones entre estas distancias.

Según (Garavito, 2018) en la tesis de grado para optar al Título de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana de los Andes: PRECISIÓN DE LAS COORDENADAS GEODÉSICAS, CON EL USO DEL FACTOR ESCALA, EN LA CARRETERA HUAMACHUCO. Indicó:

Con el uso del factor de escala, no se originaría desfases en los levantamientos y

replanteos topográficos de cualquier proyecto y el retraso de este último afectaría al desarrollo sostenible de las comunidades y del proyecto.

Según (Mendoza, 2020) En su tesis para optar al grado académico de Doctor en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal, ha planteado una secuencia estratégica de algoritmos en la obtención de coordenadas UTM para la optimización de recursos operativos. Esta secuencia de pasos busca combinar el adecuado uso y la combinación de los equipos Receptor GNSS y Estación Total para el levantamiento topográfico de obras lineales. Mendoza indica que mediante esta metodología se pueden obtener coordenadas absolutas (UTM) a través de coordenadas topográficas, aclarando que un punto puede ser representado por muchas coordenadas topográficas, pero sus coordenadas UTM son únicas. Además, señala que para estructuras lineales, el error cometido en un tramo no interviene en tramos posteriores siempre y cuando se consideren solamente coordenadas UTM

Según (Durand Cruz, 2018) en su tesis “efectos del uso del factor de escala en las mediciones del levantamiento topográfico de la faja marginal del río Lampa tramo 0+000 al 44+704.718”, concluye que: el análisis de las mediciones en el levantamiento, indica que el uso del factor de escala en las mediciones en Proyección UTM WGS 84 tiene un efecto significativo. A medida que la distancia desde el Punto de control base aumenta, también aumenta la discrepancia entre las medidas en proyección UTM y las mediciones topográficas. Este descubrimiento subraya la importancia del factor de escala en las mediciones topográficas y enfatiza la necesidad de considerarlo para asegurar la precisión en los levantamientos topográficos.

3.2. Base Legal

3.2.1. Normativa Nacional

- Ley N° 27292, Ley del Instituto Geográfico Nacional. Ley promulgada en junio del año 2000. Declara al IGN como el ente rector de la cartografía oficial del país y responsable de establecer, mantener y actualizar el Marco Geodésico Nacional, así como de normar técnicamente el posicionamiento geoespacial en el Perú. Esta ley faculta al IGN para definir los sistemas de referencia oficiales y establecer estándares en el uso de la información geoespacial en todos los niveles de gobierno.
- Ley N° 27181, Ley General del Transporte y Tránsito Terrestre. Ley promulgada en octubre del año 1999. Establece al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) como el ente rector de la planificación, diseño y ejecución de infraestructura

vial. La ley refuerza la obligatoriedad de aplicar estándares técnicos en la elaboración de proyectos viales, incluyendo el uso adecuado de sistemas de referencia geodésicos.

- Resolución Jefatural N° 086-2011-IGN/OAJ/DGC, emitida en mayo 2011, Establece la conclusión del uso del sistema PSAD56, derogando oficialmente este datum y consolidando el uso del WGS84 como sistema geodésico oficial en el Perú.
- Resolución Jefatural N° 139-2015/IGN/UCCN, emitida en 2015, esta resolución aprueba la Norma Técnica Geodésica denominada “Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema GNSS”, que establece los lineamientos técnicos para el uso de receptores GNSS en trabajos de precisión geodésica.
- Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018, en su capítulo IX, establece que toda la información topográfica, planimétrica y altimétrica utilizada en estudios viales debe estar georreferenciada a la Red Geodésica Nacional, empleando coordenadas UTM y geográficas referidas al datum WGS84. Esta disposición sustenta el uso obligatorio del sistema geodésico oficial para obras de infraestructura vial.
- Resolución Jefatural N° 087-2020/IGN/DIG/SDNGC, el cual establece como Marco de Referencia Geodésico Oficial del Perú a la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC), la cual se sustenta en el sistema SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), vinculado al ITRF2000 y al elipsoide WGS84. Esta red constituye la base oficial para todo trabajo de georreferenciación realizado en el país.
- Reglamento de Inscripciones del Registro de Predios – SUNARP (Artículo 51), Establece que los planos de trazado, lotización y subdivisión presentados para inscripción deben estar georreferenciados a la Red Geodésica Nacional definida por el IGN, utilizando el sistema de coordenadas UTM y datum WGS84 como base oficial.

3.2.2. Normativa Internacional

ISO 19111:2019 – Información geográfica — Referenciación por coordenadas Define el esquema conceptual para la descripción de la referenciación por coordenadas, describiendo los datos mínimos requeridos para definir sistemas de referencia de coordenadas. Esta norma respalda el uso de sistemas de referencia globales como el WGS84 y proporciona lineamientos técnicos para la conversión de coordenadas entre diferentes sistemas.

ISO 19130-1:2018 – Información geográfica — Modelos de sensores de imágenes para geoposicionamiento, Establece estándares para modelos de sensores utilizados en el geoposicionamiento de datos obtenidos mediante sensores satelitales, aéreos o terrestres. Esta norma es relevante para sistemas GNSS y el proceso de transformación de datos a sistemas UTM.

Directrices del SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) SIRGAS establece la referencia geodésica continental utilizada por la mayoría de países de América Latina, incluyendo el Perú. Promueve el uso del sistema ITRF/WGS84 y de redes de estaciones GNSS permanentes. Las directrices técnicas del SIRGAS son utilizadas como base en la implementación del sistema REGPMOC en Perú.

Geospatial Positioning Accuracy Standards – FGDC (Federal Geographic Data Committee), establece normas y tolerancias para garantizar precisión en datos geoespaciales mediante GNSS, incluyendo factores de escala, errores proyectivos y procedimientos de validación de precisión. Sirve como base para muchas metodologías en América Latina.

3.3. Base Teórica Científica

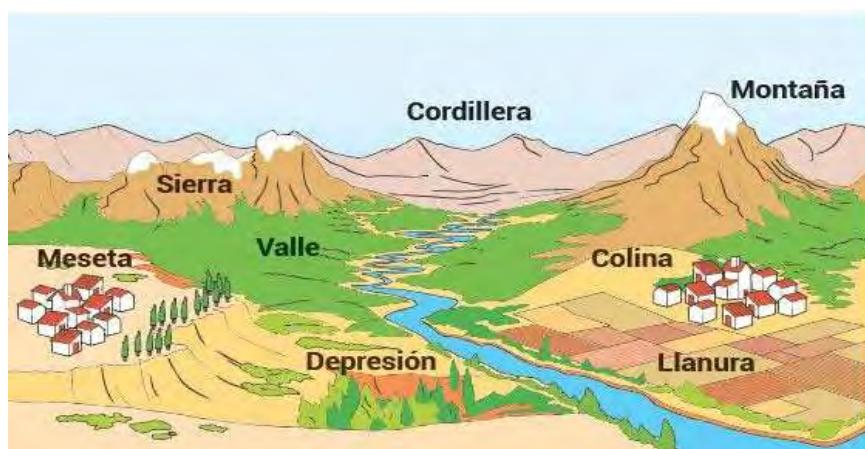
3.3.1. Representaciones de la tierra

3.3.1.1. Superficie topográfica

Es la configuración física e irregular del terreno, conformada por las diversas formas naturales de la corteza terrestre, como montañas, valles, llanuras y depresiones. Según Wolf y Ghilani (2016), esta superficie representa el escenario sobre el cual se realizan mediciones topográficas, y es esencial en aplicaciones como la elaboración de mapas, la delimitación de propiedades y el desarrollo de obras civiles. A diferencia de superficies matemáticas como el geoide o el elipsoide, la superficie topográfica refleja las condiciones reales del terreno, por lo que requiere un registro meticuloso y cálculos precisos para su correcta representación y análisis.

Figura 2

Superficie Topográfica



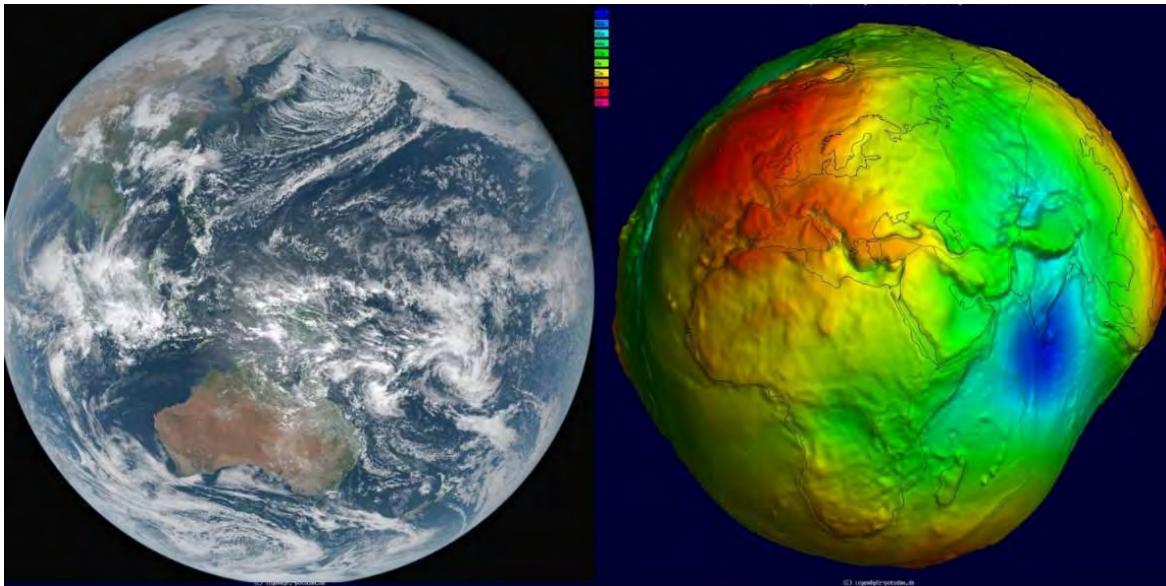
Nota. Adaptado de: Editorial ABC

3.3.1.2. El geoide

Es una superficie equipotencial del campo gravitacional terrestre que coincide, en promedio, con el nivel medio del mar y se extiende bajo los continentes. De acuerdo con Wolf y Ghilani (2016), esta superficie es perpendicular a la dirección de la gravedad en todos sus puntos y representa la verdadera forma física del planeta desde una perspectiva gravitacional. Debido a las variaciones en la distribución de masas dentro de la Tierra, el geoide presenta una forma irregular, por lo que su modelado es fundamental para establecer referencias altimétricas precisas.

Figura 3.

Vista de geoide



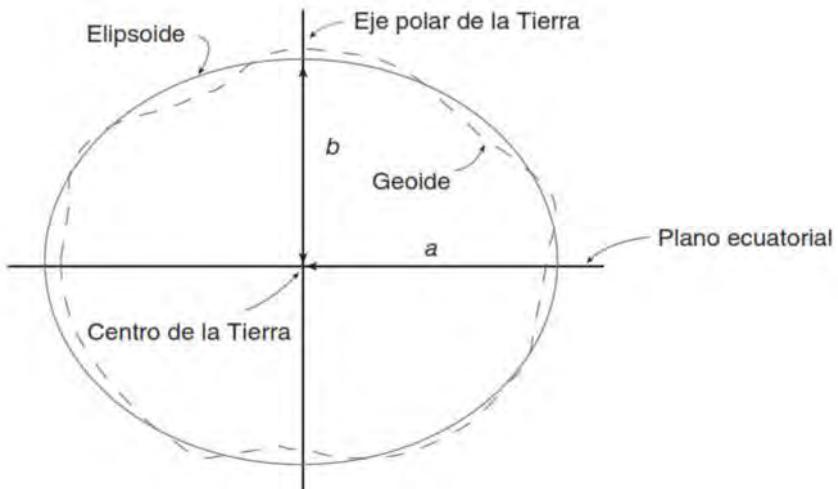
Nota. Adaptado de International Centre for Global Earth Models (ICGEM)

3.3.1.3. El elipsoide de revolución

Es una superficie matemática generada al rotar una elipse alrededor de su eje menor, y se utiliza como modelo simplificado de la forma de la Tierra. Según Wolf y Ghilani (2016), esta figura resulta fundamental en geodesia, ya que proporciona una base de referencia regular y continua sobre la cual pueden realizarse cálculos precisos de coordenadas y distancias. Si bien no representa fielmente las irregularidades del geoide ni de la superficie topográfica, su forma matemática facilita la aplicación de modelos geodésicos globales como el WGS84 y el GRS80, permitiendo así una aproximación eficiente de la figura terrestre.

Figura 4

Elipsoide de revolución

*Nota. Elaboración propia***Tabla 1**

parámetros de elipsoide

1. PARÁMETROS DE ELIPSOIDE	2. FORMULAS
3. Achatamiento	4. $f = \frac{a-b}{a}$
5. Primera excentricidad	6. $e = \frac{\sqrt{a^2-b^2}}{a}$
7. Segunda excentricidad	8. $e' = \frac{\sqrt{a^2-b^2}}{b}$
9. Radio de curvatura polar	10. $c = \frac{a^2}{b}$

3.3.1.4. La ondulación geoidal

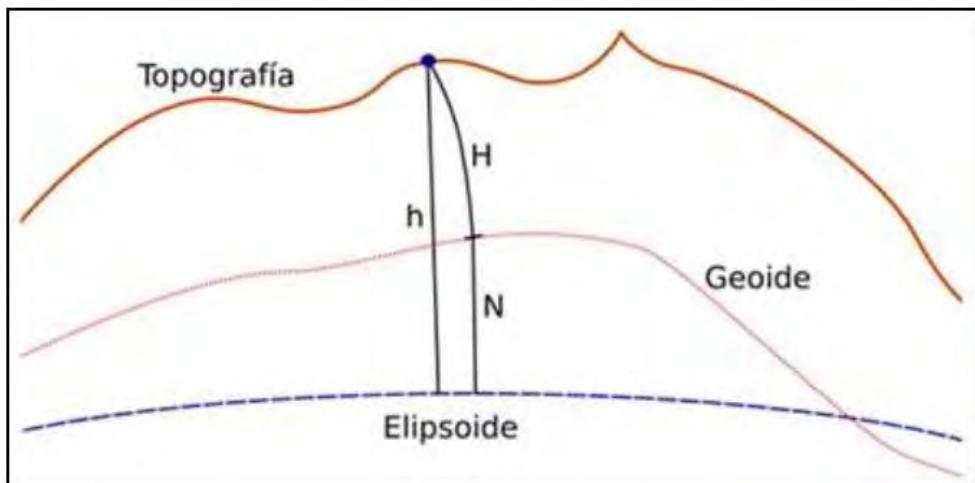
Representa la separación vertical entre el geoide, que refleja la forma real del campo gravitatorio terrestre, y el elipsoide de referencia, un modelo matemático idealizado de la Tierra. Según Wolf y Ghilani (2016), esta diferencia puede ser positiva o negativa dependiendo de la posición relativa entre ambas superficies: cuando la ondulación es positiva, indica que el geoide se encuentra por encima del elipsoide en un punto dado, lo cual suele asociarse con anomalías gravitacionales causadas por la concentración de masas en esa región; en contraste, valores negativos señalan que el geoide está por debajo del elipsoide. Este parámetro es fundamental para transformar alturas elipsoidales

(h) en ortométricas (H), se representa mediante la siguiente relación:

$$N = h - H \quad (1)$$

Figura 5

Las Tres Superficies de la Tierra



Nota. Adaptado de Instituto Geográfico Nacional

3.3.2. Sistemas de referencia terrestre

3.3.2.1. Definición de sistema de referencia y datum

Un sistema de referencia terrestre es una convención de parámetros y modelos matemáticos que permiten ubicar y orientar puntos sobre la superficie terrestre, de manera uniforme y reproducible, un sistema define un origen (típicamente el centro de la tierra) y una orientación cuyo eje Z es coincidente con el eje de rotación terrestre y plano XY coincidente con el ecuador y un factor de escala que relaciona las distancias en el modelo matemático con las distancias reales sobre el terreno,

Un datum es la materialización del sistema de referencia mediante la especificación concreta de un elipsoide de referencia, con parámetros de traslación, rotación y escala.

Un datum horizontal define la forma, tamaño y posicionamiento del elipsoide con respecto a centro de la tierra determinando así las coordenadas de latitud y longitud.

El datum vertical en cambio establece el nivel de referencia

3.3.2.2. sistema geodésico local

Es un marco de referencia definido para una región geográfica limitada, compuesto generalmente por un elipsoide de referencia adaptado a las características del área de estudio y un punto datum localizado dentro de esa región. Según Wolf y Ghilani (2016),

estos sistemas fueron ampliamente utilizados antes del desarrollo de los sistemas globales, ya que permitían una mejor adaptación al geoide en zonas específicas. Sin embargo, presentan limitaciones al no ser tridimensionales y al generar inconsistencias en sus límites con otros sistemas. Mendoza (2020) señala que, debido a estas restricciones, los sistemas locales están siendo reemplazados progresivamente por sistemas geocéntricos globales, como el WGS84, que ofrecen mayor precisión y continuidad a nivel mundial.

Tabla 2

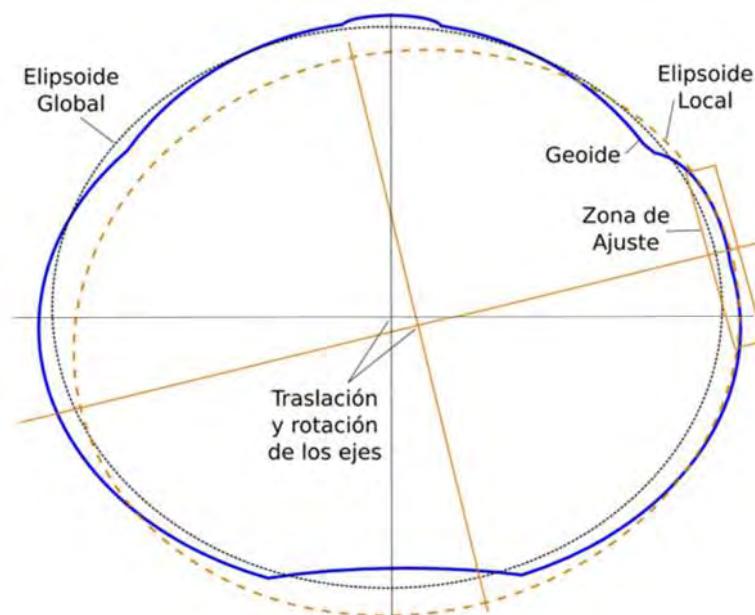
Sistemas Geodésicos Locales

Sistema Geodésico Local	Elipsoide de Referencia	Punto Datum	Países de Aplicación
PSAD56 (Provisional South American 1956)	Internacional de Hayford (1924)	La Canoa, Venezuela	Perú, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Venezuela, Guyana
NAD27 (North American Datum 1927)	Clarke 1866	Meades Ranch, Kansas	Estados Unidos, Canadá, México
ED50 (European Datum 1950)	Internacional de Hayford (1924)	Potsdam, Alemania	Varios países de Europa occidental
SAD69 (South American Datum 1969)	Internacional de Hayford (1924)	Brasília, Brasil	Brasil y otros países de Sudamérica (uso parcial)

Fuente: Wolf & Ghilani (2016); Mendoza (2020).

Figura 6

Representación de sistema Geodésico Local



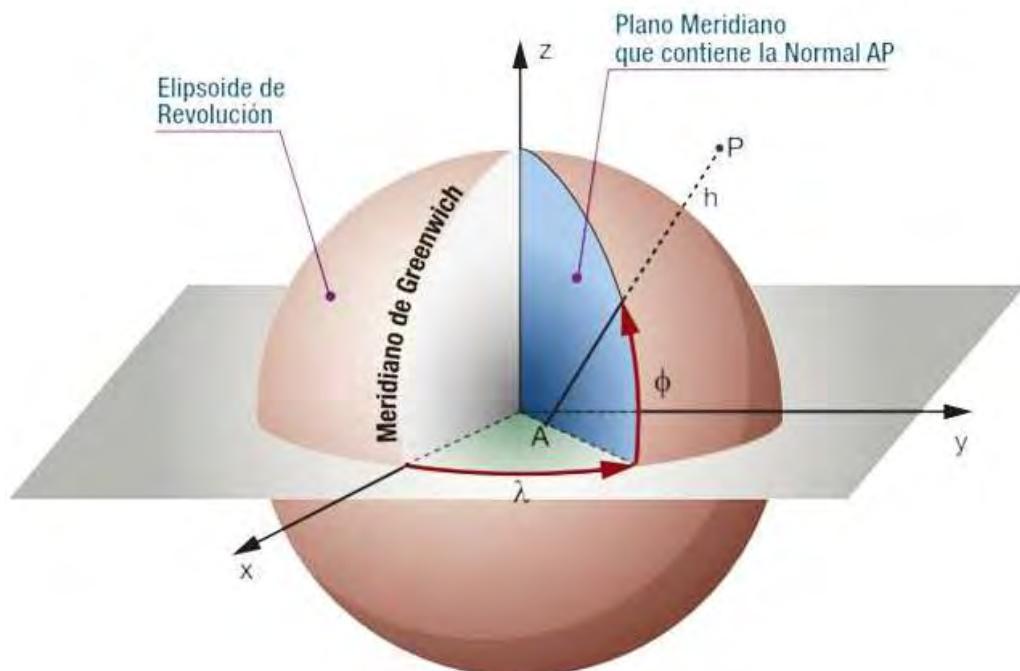
Nota. Adaptado de blogs “espacio GeoTig” (<https://blogs.upm.es/espacio-geotig/elipsoides-de-referencia-locales-vs-globales/>)

3.3.2.3. Un sistema geodésico global

Es un marco de referencia geocéntrico que modela la forma y el tamaño de la Tierra a escala planetaria, utilizando un elipsoide cuya ubicación y orientación están definidas respecto al centro de masas terrestre. Según Wolf y Ghilani (2016), estos sistemas permiten expresar coordenadas geodésicas de manera uniforme y precisa en cualquier punto del planeta, lo que los hace esenciales para aplicaciones modernas como el posicionamiento satelital, la cartografía y la navegación. Mendoza (2020) destaca que modelos como el WGS84 (World Geodetic System 1984) o el GRS80 (Geodetic Reference System 1980) constituyen las bases actuales para sistemas de referencia adoptados internacionalmente, superando en precisión y cobertura a los antiguos sistemas locales. Su estandarización permite una interoperabilidad global en los sistemas de información geoespacial.

Figura 7

Elementos del Sistema Geodésico Global



Fuente. (*Mendoza, Topografía y Geodesia, 2020*)

Tabla 3

Sistemas Geocéntricos Globales

Sistema Geodésico Global	Elíptido de Referencia	Características Principales	Aplicación
WGS84 (World Geodetic System 1984)	WGS84	Geocéntrico, definido por observaciones GNSS, usado en GPS. Precisión global.	Navegación satelital, cartografía, geodesia
GRS80 (Geodetic Reference System 1980)	GRS80	Base del sistema ITRF y de SIRGAS. Similar al WGS84, pero con ligeras diferencias en parámetros.	Referencia geodésica global, geodesia moderna
ITRF (International Terrestrial Reference Frame)	Basado en GRS80	Define coordenadas tridimensionales precisas a lo largo del tiempo. Mantiene estabilidad global.	Control geodésico internacional, monitoreo tectónico
SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas)	GRS80 (compatible con WGS84)	Adaptación del ITRF para América del Sur. Alta precisión y densificación regional.	Sistema oficial en muchos países de América Latina

Figura 8

Comparación de Sistemas Geodésico Local vs Global



Fuente Adaptado de AeroGeoTop

3.3.3. Sistema de Coordenadas

3.3.3.1. Sistemas de coordenadas geocéntricas (X,Y,Z)

Es un sistema de referencia tridimensional cuyo origen se ubica en el centro de masas de la Tierra, lo que permite describir posiciones a nivel global. Según Wolf y Ghilani (2016), este tipo de sistema se fundamenta en un elipsoide de revolución centrado en el núcleo terrestre, y sus coordenadas se expresan en términos cartesianas tridimensionales (X, Y, Z).

Eje X: apunta hacia la intersección del ecuador y el meridiano de Greenwich.

Eje Y: está sobre el ecuador, a 90° al este del eje X.

Eje Z: apunta hacia el polo norte.

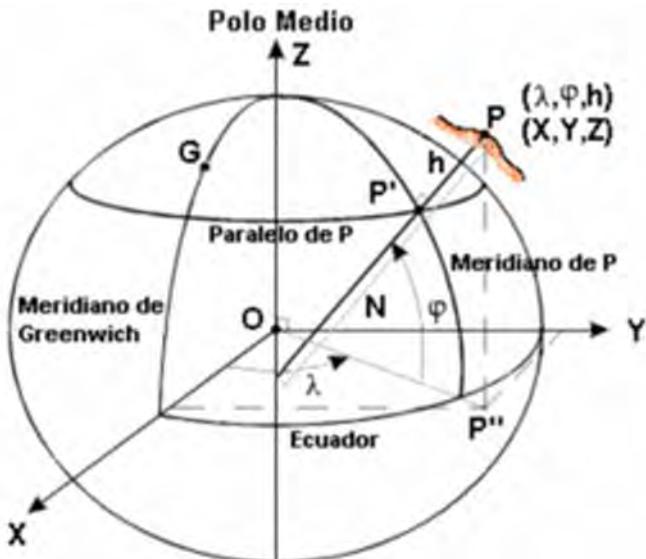
El cálculo de las coordenadas geocéntricas se realiza mediante la resolución de las ecuaciones de posición en el espacio, habitualmente en receptores GNSS. A partir de las pseudodistancias medidas a varios satélites y conociendo sus efemérides, el software interno obtiene directamente los valores X, Y, Z. Este enfoque permite minimizar transformaciones intermedias y aprovechar la alta precisión del datum geodésico global.

Las coordenadas geocéntricas ofrecen notables ventajas en geodesia y topografía de alta precisión: al prescindir de ángulos, evitan singularidades como la convergencia de meridianos en latitudes extremas; facilitan la transformación entre distintos datums horizontales mediante simples operaciones lineales (traslación, rotación y escala) sin recurrir a iteraciones complejas; y, gracias a su estructura cartesiana, resultan idóneas para ajustes de grandes redes geodésicas y técnicas avanzadas de interferometría satelital.

A diferencia de los sistemas locales, el sistema geocéntrico mantiene coherencia global, y es la base de referencia para tecnologías GNSS como el GPS. Mendoza (2020) resalta que modelos como el WGS84 o el GRS80 son ejemplos representativos de sistemas geocéntricos, ampliamente utilizados en cartografía, geodesia, navegación y sistemas de información geoespacial.

Figura 9

Sistema de Coordenadas Geocéntricas



Fuente: Hofmann-Wellenhof et al, 2008, p.278

3.3.3.2. El sistema de coordenadas geográficas (ϕ , λ , h)

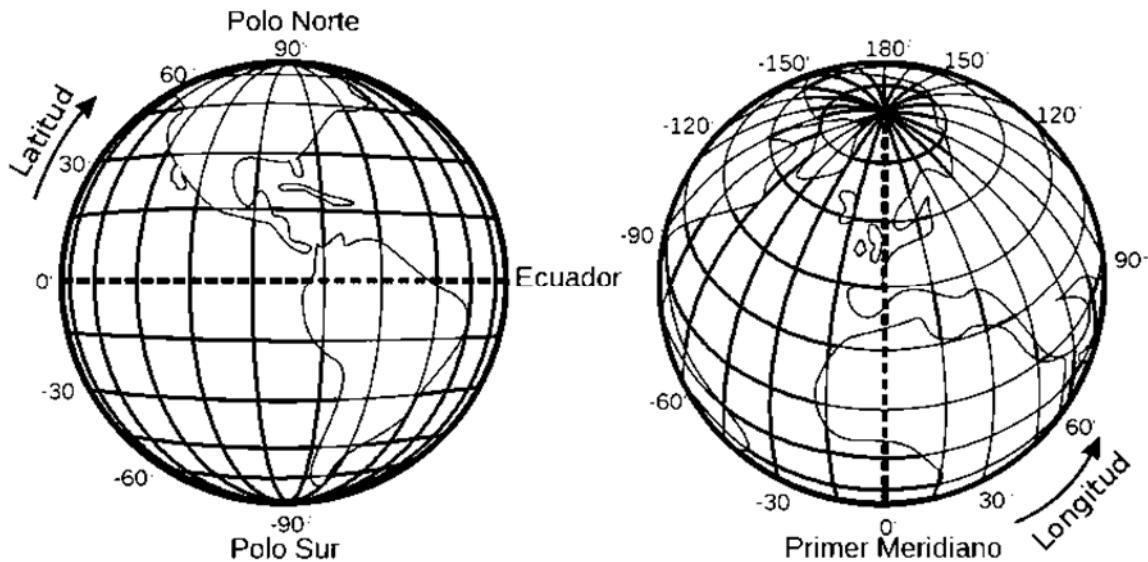
Las coordenadas geográficas describen la posición de un punto sobre el elipsoide de referencia a través de tres elementos: la latitud (ϕ), la longitud (λ) y la altura elipsoidal (h). Según Wolf & Ghilani (2012), la latitud ϕ es el ángulo medido en el plano meridiano entre el ecuador y la normal al elipsoide que pasa por el punto; varía de 0° en el ecuador hasta $\pm 90^\circ$ en los polos. La longitud λ , por su parte, es el ángulo entre el meridiano de referencia (por convención el de Greenwich) y el meridiano que contiene al punto, con valores de 0° a $\pm 180^\circ$ hacia el este o el oeste (Wolf & Ghilani, 2012).

La altura elipsoidal h se define como la distancia, medida a lo largo de la normal al elipsoide, desde la superficie del punto hasta la superficie del elipsoide. Este valor generalmente difiere de la altura ortométrica H , basada en el geoide, debido a la ondulación geoidal. Como explica Torge (2001), h proviene directamente de las soluciones computacionales del receptor GNSS y debe corregirse con un modelo geoidal (por ejemplo, EGM08) para obtener H .

Aunque el sistema ϕ , λ , h es esencial para la navegación y posicionamiento global, Wolf (1983) señala que su aplicación directa en cálculos de distancias y áreas es compleja, pues requiere funciones trigonométricas esféricas o elipsoidales. Por ello, en proyectos de ingeniería y cartografía a gran escala, estas coordenadas se transforman a sistemas planimétricos como UTM o a sistemas locales de obra, garantizando una mayor facilidad y precisión en los cálculos lineales y angulares.

Figura 10

Latitud y Longitud en la Tierra



Nota. Adaptado de MappingGis.

3.3.3.3. sistema de coordenadas proyectadas (E,N)

Es un sistema bidimensional que representa la superficie curva de la Tierra sobre un plano, utilizando un conjunto de reglas matemáticas denominadas proyecciones cartográficas. Según Wolf y Ghilani (2016), este sistema transforma las coordenadas angulares —latitud (ϕ) y longitud (λ)— en coordenadas lineales, comúnmente expresadas como Este (E) y Norte (N). Cada sistema proyectado se basa en un elipsoide de referencia y un sistema geodésico específico, lo que permite representar áreas con mayor precisión local. De acuerdo con ArcMap (2021), estos sistemas son esenciales en entornos GIS, ya que proporcionan una base precisa para el análisis espacial, facilitando la medición directa de distancias, áreas y ángulos en unidades métricas. Aunque toda proyección introduce alguna distorsión, esta puede minimizarse dependiendo del propósito y la región geográfica de interés.

Tabla 4

Sistema de Proyección cartográfica

Sistema de Proyección	Tipo	Características	Ventajas	Desventajas
Cilíndrica	Conforme	Proyecta la superficie terrestre sobre un cilindro tangente al ecuador.	Buena representación cerca del ecuador.	Alta distorsión en los polos.
Transversa de Mercator (UTM)	Conforme	Proyección cilíndrica secante con cilindro transversal al eje terrestre.	Baja distorsión en zonas estrechas norte-sur.	Solo útil por zonas; requiere cambio de zona.
Cónica Conforme de Lambert	Conforme	Proyección sobre un cono secante a la Tierra.	Ideal para regiones con mayor extensión este-oeste.	Distorsión aumenta fuera de las líneas estándar.
Cónica Equidistante	Equidistante	Mantiene proporción de distancias a lo largo de ciertos paralelos.	Representación precisa en líneas seleccionadas.	Distorsión fuera de esos paralelos.
Azimutal Equidistante	Equidistante	Proyecta puntos desde un centro sobre un plano.	Útil para rutas aéreas y mapas de distancias radiales.	Distorsión aumenta con la distancia al centro.
Estereográfica Polar	Conforme	Proyección azimutal que conserva ángulos.	Precisión en regiones polares.	No adecuada para latitudes bajas.
Mollweide / Homolósea / Goode	Compensada	Proyecciones pseudocilíndricas con menor distorsión general.	Buena representación global.	No conserva forma ni distancia perfectamente.

Fuente: Wolf & Ghilani (2016); ArcMap (2021); Fernández (2001).

3.3.3.4. Proyección UTM

La proyección UTM (Universal Transverse Mercator) es un sistema cartográfico conforme basado en la proyección de Mercator transversa, en la que el cilindro se orienta perpendicular al eje terrestre. Según Wolf y Ghilani (2016), sus elementos fundamentales incluyen la división del globo en 60 zonas de 6° de longitud cada una, numeradas del 1 al 60, comenzando desde el meridiano 180° oeste. Cada zona tiene un meridiano central, al que se asigna una falsa coordenada de 500,000 metros Este (X) para evitar valores negativos. En el hemisferio sur, además, se asigna una falsa coordenada Norte (Y) de

10,000,000 metros. Otros elementos clave son el factor de escala estándar ($k_0 = 0.9996$) aplicado al meridiano central y la proyección secante, que genera dos líneas estándar donde la distorsión es mínima. Mendoza (2020) destaca que el sistema UTM es ideal para levantamientos de precisión regional, ya que minimiza la distorsión en zonas estrechas de orientación norte-sur.

Tabla 5

Elementos Fundamentales de la Proyección UTM

Elemento	Descripción
Tipo de proyección	Cilíndrica conforme, transversa al eje terrestre.
División global	60 zonas longitudinales de 6° de ancho cada una (numeradas del 1 al 60).
Meridiano central	Línea central de cada zona UTM; sirve como eje de referencia.
Falsa coordenada Este (X)	500,000 m en el meridiano central para evitar valores negativos.
Falsa coordenada Norte (Y)	0 m en el hemisferio norte; 10,000,000 m en el hemisferio sur.
Factor de escala (k_0)	0.9996 aplicado al meridiano central para reducir la distorsión.
Proyección secante	El cilindro corta el elipsoide generando dos líneas estándar con mínima distorsión.
Unidad de medida	Metros (m).
Datum geodésico asociado	WGS84 (en la mayoría de aplicaciones modernas).
Aplicación	Cartografía, topografía, GPS, planificación territorial, sistemas GIS.

Fuente: Wolf & Ghilani (2016); Mendoza (2020).

Figura 11

Proyección UTM



Nota. Adaptado de Ignacio A. Fernández.

La proyección UTM organiza la superficie terrestre en 60 zonas longitudinales, numeradas del 1 al 60, cada una con una amplitud de 6 grados. A su vez, el sistema se divide horizontalmente en 20 bandas latitudinales identificadas con letras, cada una abarcando 8 grados. En el caso específico del Perú, su territorio se encuentra comprendido dentro de las zonas 17, 18 y 19, y en las bandas K, L y M.

Figura 12

Zonas y Bandas del Sistema UTM

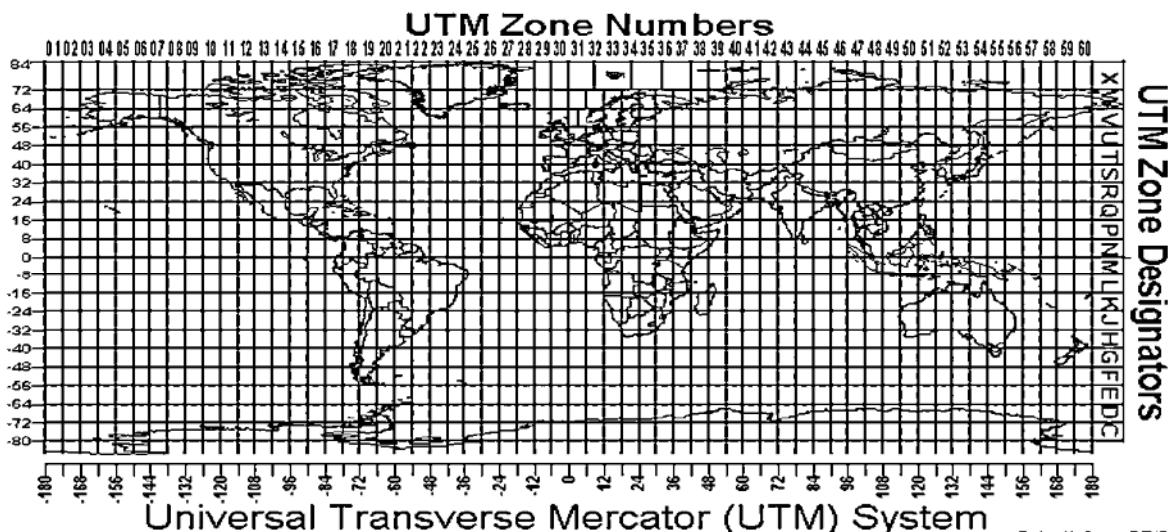


Figura 13

Zonas UTM en el Perú



Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

3.3.3.5. El sistema de coordenadas topográficas

El sistema de coordenadas topográficas locales es un conjunto de coordenadas cartesianas X, Y, Z definidas sobre un plano tangente al terreno en un área de trabajo restringida, donde la curvatura de la Tierra es despreciable

Su origen se fija en un punto de control local de la obra, y los ejes X e Y suelen orientarse según la línea de eje del proyecto o una cuadrícula de referencia interna, mientras que el eje Z corresponde a la elevación vertical, generalmente ortométrica

Su origen se fija en un punto de control local de la obra, y los ejes X e Y suelen orientarse según la línea de eje del proyecto o una cuadrícula de referencia interna, mientras que el eje Z corresponde a la elevación vertical, generalmente ortométrica

El método para hallar estas coordenadas es con el uso de estación total la cual se basa en la medición simultánea de ángulos horizontales y verticales junto con distancias inclinadas desde un punto de control hasta el punto a relevar, utilizando un instrumento electrónico que registra automáticamente estos valores y los convierte en coordenadas cartesianas (X, Y, Z) mediante operaciones trigonométricas básicas. Este enfoque, conocido como método polar, implica la reducción de la distancia inclinada a distancia horizontal y la aplicación de correcciones por temperatura, presión y curvatura terrestre para garantizar la precisión en las coordenadas obtenidas

3.3.4. Transformaciones y relación entre sistemas

3.3.4.1. Transformaciones geocéntricas ↔ geodésicas

Cuando un receptor GNSS calcula la posición de un punto, inicia determinando su ubicación en un sistema cartesiano centrado en la Tierra, las llamadas coordenadas geocéntricas. Para convertir estos valores a una posición sobre el elipsoide de referencia—es decir, a coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura)—se sigue un proceso que primero establece la dirección angular respecto al eje terrestre, luego genera una estimación inicial de la latitud basada en la relación entre la altura y la proyección horizontal, y finalmente refina ese valor mediante un método iterativo que ajusta la posición hasta lograr la máxima concordancia con la superficie elipsoidal.

La etapa final consiste en calcular la altura relativa al elipsoide midiendo la distancia radial desde la superficie al centro de la Tierra y corrigiendo según la curvatura local. Este flujo de trabajo, empleado de manera estándar en geodesia y detallado por autores como Wolf & Ghilani (2012) y Torge (2001), permite pasar de las coordenadas puramente satelitales a un marco de referencia geográfico comprensible y compatible con cartografía,

sistemas de información geográfica y levantamientos de ingeniería.

Se tiene para ello las siguientes formulas:

Tabla 6.

Formulas utilizadas para conversión de coordenadas geocéntricas a geodésicas

Elemento / Parámetro	Símbolo / Fórmula
X	Coordenada geocéntrica recolectada
Y	Coordenada geocéntrica recolectada
Semieje mayor	$a = 6,378,137.0 \text{ m}$
Cuadrado de la primera ex	$e=0.006694380004$
Radio sobre plano ecuatorial	$p = \sqrt{X^2 + Y^2}$
Longitud Geodésica	$\lambda = \arctan\left(\frac{X}{Y}\right)$
Radio de la primera vertical (Gran normal)	$N_i = \frac{a}{(1 - e^2 * \sin^2 \phi)^{1/2}}$
Latitud geodésica inicial	$\phi_0 = \arctan\left(\frac{Z}{p * (1 - e^2)}\right)$
Latitud geodésica a iterar	$\phi_{k+1} = \arctan\left(\frac{Z + e^2 * N_k * \sin \phi_k}{p}\right)$
Verificación de valor a iterar	$ \phi_{k+1} - \phi_k < 10^{-10} \text{ rad.}$
Altura elipsoidal	$h = \frac{p}{\cos \phi} - N$

3.3.4.2. Transformaciones de geodésicas ↔ UTM

Cuando se realizan mediciones de distancias con estación total, el trazado se efectúa “en obra” sobre la superficie real del terreno, aplicando correcciones locales de curvatura y refracción para obtener valores de distancia que reflejan fielmente el camino geodésico sobre la topografía. En cambio, los receptores GNSS calculan primero la posición del punto en el elipsoide de referencia (WGS84) y, una vez transformados a coordenadas geográficas, proyectan estas posiciones al plano UTM mediante la proyección Transversa de Mercator. Según Wolf & Ghilani (2012), esta doble proyección —del terreno al elipsoide y del elipsoide al cilindro secante— introduce deformaciones que no se presentan en la medición directa con estación total, de modo que dos puntos separados por la misma distancia real pueden aparecer con una distancia de cuadrícula ligeramente diferente en UTM, incluso cuando ambos métodos son técnicamente precisos.

Para cuantificar y corregir estas discrepancias, se emplean factores de escala que integran tanto el factor de proyección ($K_0=0.9996$ en UTM) como la variación debida a la elevación elipsoidal, lo que Leick (2004) denomina factor combinado. Este factor, que varía con la latitud, la distancia al meridiano central y la altura, ajusta las distancias elipsoidales para que concuerden con las distancias en el plano. Al aplicar la corrección inversa —es decir, dividir la distancia de cuadrícula UTM por el factor combinado— se reconcilian perfectamente las mediciones satelitales y las mediciones topográficas, demostrando que las diferencias observadas no son un defecto de los instrumentos, sino el resultado natural de las transformaciones geodésicas inherentes a la proyección cartográfica.

Tabla 7

Elipsoide WGS84 – Elementos, Parámetros y Radios de Curvatura

Categoría	Elemento / Parámetro	Símbolo / Fórmula	Valor
Elementos principales	Semieje mayor	a	6,378,137.0 m
	Semieje menor	b	6,356,752.314 m
	Achatamiento	$f = \frac{a - b}{a}$	$\frac{1}{298.257223563}$
Parámetros geométricos	Primera excentricidad (al cuadrado)	$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$	0.006694380004
	Segunda excentricidad (al cuadrado)	$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$	0.006739496757
	Radio en el meridiano	$\rho = \frac{a * (1 - e^2)}{(1 - e^2 * \sin^2 \phi)^{3/2}}$	Depende de ϕ (latitud)
Radios de curvatura	Radio (Gran normal)	$N = \frac{a}{(1 - e^2 * \sin^2 \phi)^{1/2}}$	Depende de ϕ (latitud)
	Radio medio de curvatura	$R = \sqrt{\rho * N}$	Aproximado en función de ρ y N

Fuente: Wolf & Ghilani (2016); Mendoza (2020).

3.3.5. Los factores de escala

son ajustes necesarios que se aplican a las distancias obtenidas mediante coordenadas proyectadas para que estas representen de manera más precisa la distancia real en el terreno. En el caso del sistema UTM, cuando se proyecta la superficie curva de la Tierra sobre un plano, se generan pequeñas distorsiones que varían dependiendo de qué tan alejado esté un punto del meridiano central de la zona. Para corregir esta distorsión se utiliza un factor de escala por proyección cartográfica, que reduce o incrementa ligeramente las distancias calculadas. Además, cuando los puntos medidos están ubicados a cierta altura sobre el nivel del elipsoide, se aplica un segundo ajuste denominado factor de escala por altura elipsoidal. La combinación de ambos factores da como resultado el llamado factor de escala combinado, el cual permite obtener una distancia corregida más cercana a la realidad física del terreno. Estos factores son esenciales en trabajos topográficos y geodésicos que requieren alta precisión, como los levantamientos para diseño y ejecución de obras lineales.

3.3.5.1. Factor de Escala por Proyección Cartográfica (K)

(Mendoza, 2020) Llamado también módulo de anamorfosis lineal puntual, este factor permite proyectar un diferencial de longitud en torno al punto en estudio sobre el plano cartográfico.

Tabla 8

Factores de Escala y relación de distancias

Elemento	Fórmula / Valor
Factor de escala por proyección	$K = K_0 * (1 + P * q^2 + 0.00003 * q^4)$ (2)
Valor respecto al meridiano	$x = 500000 - Este $
Factor de escala estándar UTM en meridiano central	$K_0 = 0.9996$ (3)
Parámetro empírico	$P = \left(\frac{1 + e'^2 * \cos^2 \phi}{2 * N^2 * K_0^2} \right) * 10^{12}$ (4)
Distancia al meridiano central	$q = 0.000001 * x$ (5)

Factor de escala por altura

$$Kh = \frac{R}{R + h} \quad (6)$$

Altura elipsoidal en el punto "P"

h

Radio medio de curvatura de la Tierra en el punto "P"

Función dependiente de la latitud del punto

P

(7)

Factor de escala combinado

$$K_c = K * Kh \quad (8)$$

Distancia topográfica real

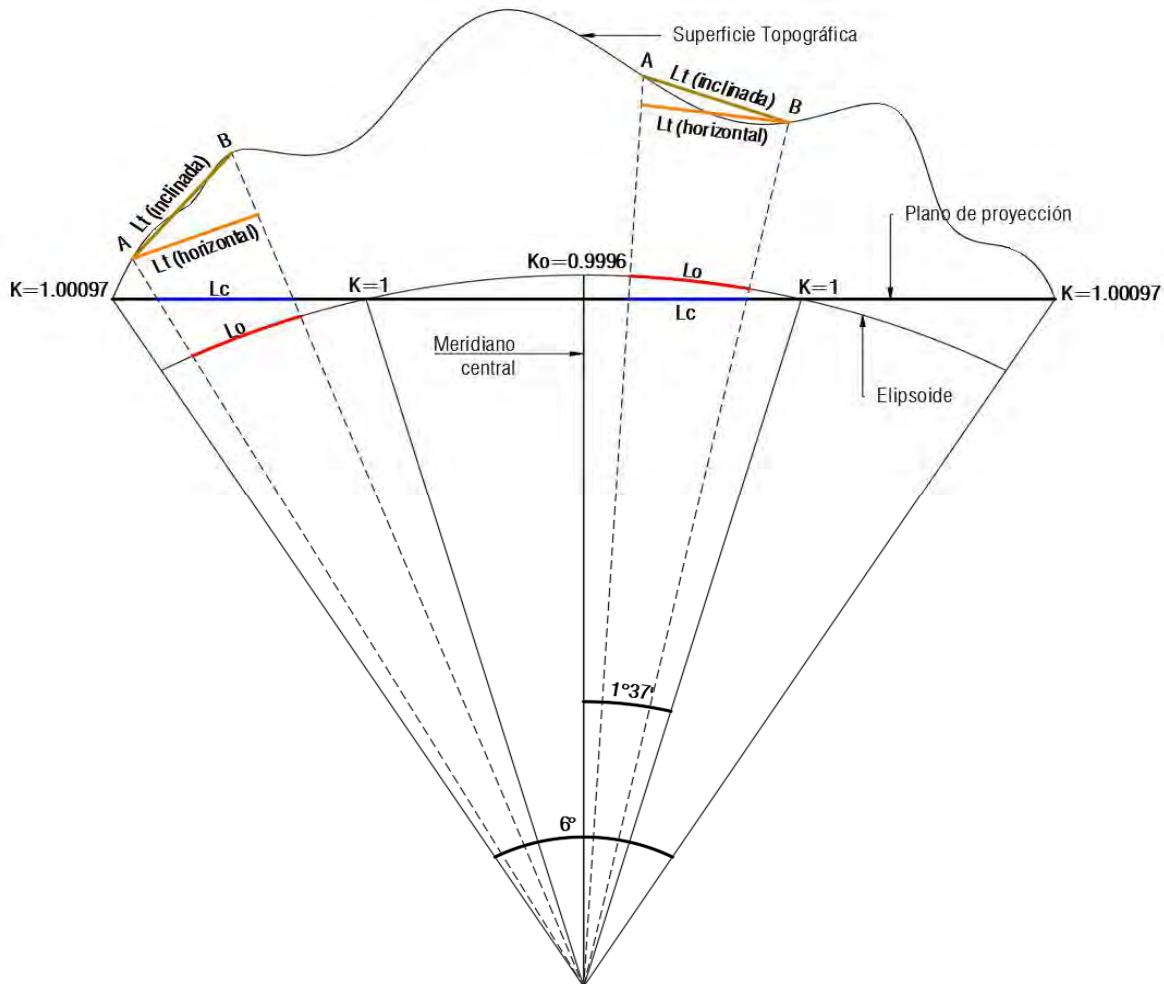
$$L_t = \frac{L_c}{K_c} \quad (9)$$

Distancia de Cuadricula

L_c

Figura 14

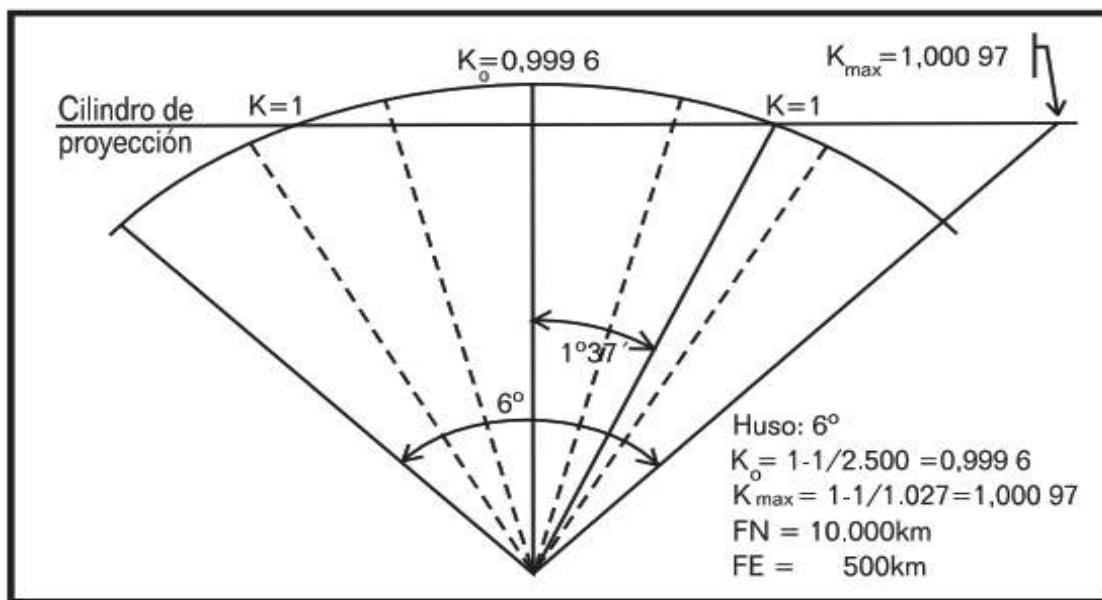
Tipos de Distancias



Nota. Adaptado de Elaboración propia.

Figura 15

Variación del Factor de Escala por Proyección Cartográfica

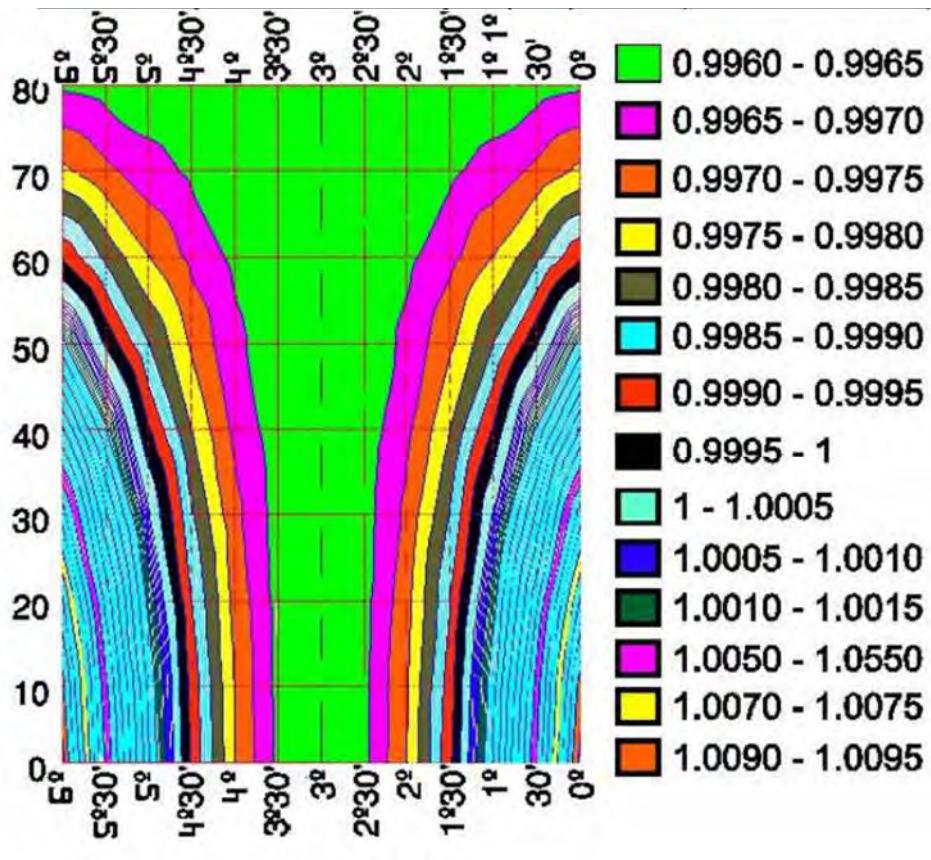


Nota. Adaptado de Ministerio de Obras Públicas de Chile 2001

Figura

16

Variación del Factor de Escala por Proyección Cartográfica



(Huso representado 30 norte)

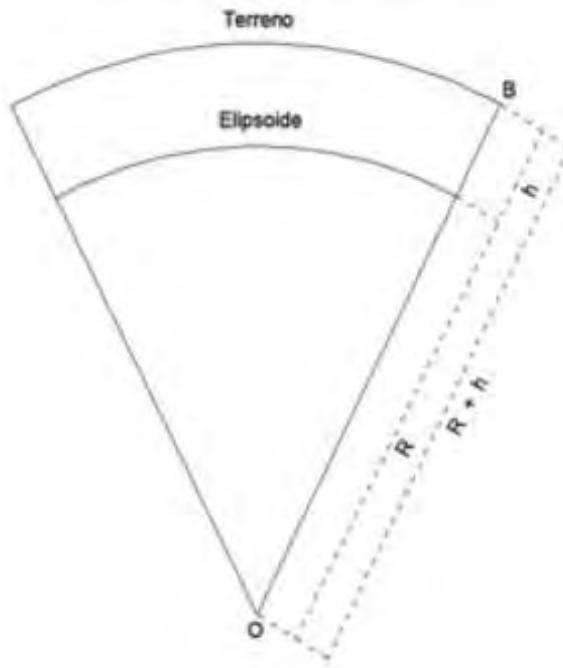
Nota. Adaptado de Ignacio A. Fernández.

3.3.5.2. Factor de Escala por Altura Elipsoidal (Kh)

Es una corrección debido a la altura, la cual afecta en cierto modo a la distancia medida. Esta corrección es pequeña en general, pero no debe despreciarse ya que, para altitudes de 700 metros a más, alcanza valores de cierta consideración (Aplitop, s.f.)

Figura 17

Factor de Escala Debido a la Altura



Nota. Adaptado de Aplitop

El factor de escala por altura (Kh) en el punto "P" se puede expresar con la siguiente fórmula simplificada:

$$Kh = \frac{R}{R + h} \quad (10)$$

Donde:

R: Radio medio de curvatura de la Tierra en el punto "P"

h: Altura elipsoidal en el punto "P"

3.3.5.1. Factor de Escala Combinado (Kc)

Es el producto entre el factor de escala por proyección cartográfica (K) y el factor de escala por altura elipsoidal (Kh), se expresa de la siguiente manera:

$$K_c = K * K_h \quad (11)$$

3.3.6. Distancia entre dos Puntos

Como existen distintas formas de expresar las posiciones sobre la superficie terrestre a través de distintos sistemas de coordenadas, también se tendrán distintas maneras de expresar las distancias; en todo caso es importante recordar que estas dependerán de la superficie en la que estén referidas (Ivars, 2014).

3.3.6.1. Distancia de Cuadrícula (Lc)

Esta referida al plano de proyección secante (UTM), por lo que se trata de una línea recta y plana que une los puntos A y B con coordenadas proyectadas ya dadas.

Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$L_C = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2} \quad (12)$$

3.3.6.2. Distancia Geodésica (Lo)

Según (Ivars, 2014), es la línea curva de mínima longitud asociada al elipsoide que une dos puntos con latitud y longitud conocidas. Cabe considerar que la influencia que tiene la corrección entre el arco del elipsoide y la cuerda es de 1mm para una distancia de 10 Km, por lo que puede despreciarse para aplicaciones en levantamientos topográficos.

La distancia geodésica se puede calcular apoyándonos en el factor de escala de los dos puntos que une la línea en mención (Mendoza, 2020).

Se tiene la siguiente expresión:

$$L_o = \frac{L_C}{K} \quad (13)$$

Donde:

L_o : distancia geodésica

L_C : distancia de cuadrícula

K : factor de escala por proyección cartográfica

3.3.6.3. Distancia Topográfica (Lt)

Viene a ser la distancia verdadera del terreno que separa dos puntos. Se pueden encontrar dos distancias en este sentido, una es la distancia inclinada o geométrica y otra la distancia horizontal o reducida; esta última será la que usemos puesto que estamos trabajando con coordenadas planas.

La distancia topográfica la podemos calcular con la siguiente fórmula:

$$L_t = \frac{L_o}{K_h} \quad (14)$$

Donde:

L_t : distancia topográfica

L_o : distancia geodésica

K_h : factor de escala por altura elipsoidal

Reemplazando la ecuación (13) en la ecuación (14):

$$L_t = \frac{L_c}{\frac{K}{K_h}} \quad (15)$$

$$L_t = \frac{L_c}{K * K_h}$$

Finalmente se tiene:

$$L_t = \frac{L_c}{K_c} \quad (16)$$

Donde:

L_t : distancia topográfica

L_c : distancia de cuadrícula

K_c : factor de escala combinado

De esta manera podemos relacionar la distancia topográfica con la distancia de cuadrícula al obtener el factor combinado. Cabe resaltar que el valor del factor combinado que se usará es el promedio de los factores de escala combinado en A y B.

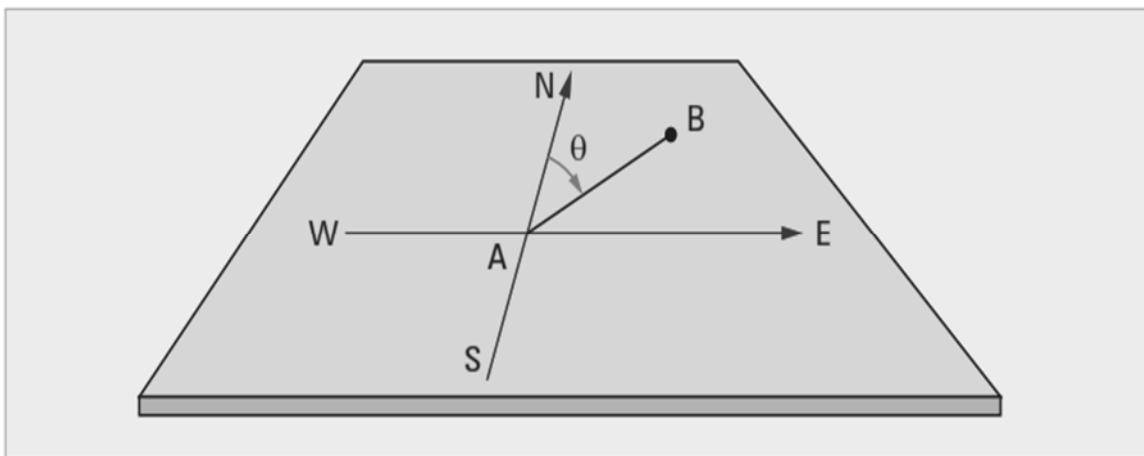
3.3.7. Medida de Direcciones

La dirección de una línea no es más que el ángulo horizontal que ésta forma con una línea de referencia, llamada meridiano de referencia (Jimenez, 2007).

Comúnmente la dirección de una línea se determina mediante el Azimut o Rumbo (Mendoza, 2020).

Figura 18

Dirección de una Línea



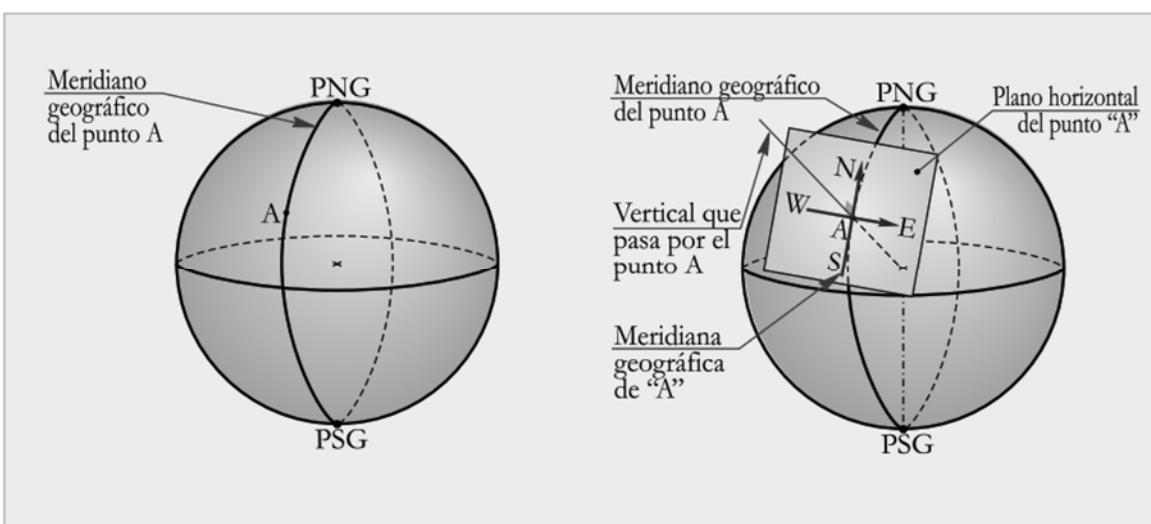
Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

3.3.7.1. Meridiano Geográfico de un Punto A (MG)

El M.G. de un punto del elipsoide de referencia, es la elipse que pasa por el punto y por los polos norte y sur del mismo elipsoide (Mendoza, 2020).

Figura 19

Meridiano Geográfico



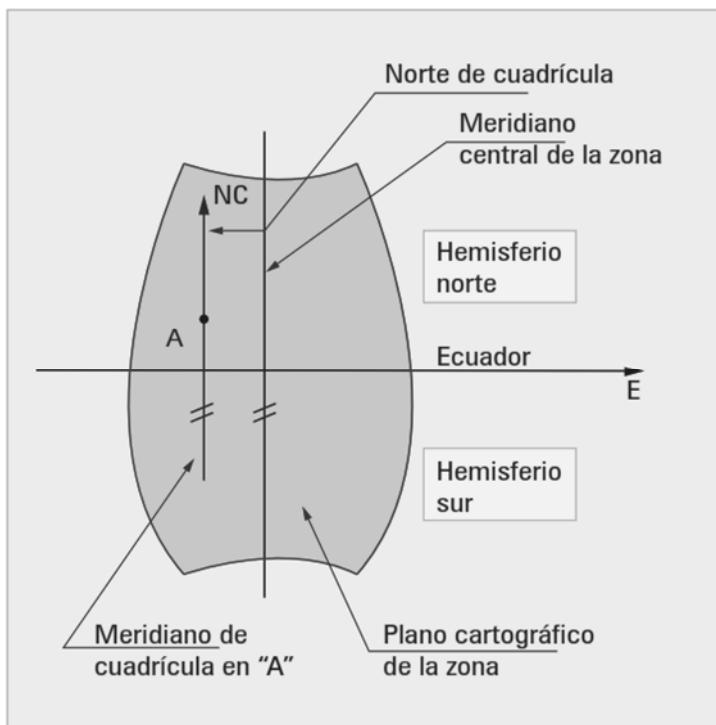
Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

3.3.7.2. Meridiano de Cuadrícula de un Punto A (MC)

El meridiano de cuadrícula de un punto dentro del plano cartográfico UTM, es la línea recta que pasa por el punto y es paralela al meridiano central de la zona al que corresponde (Mendoza, 2020).

Figura 20

Meridiano de Cuadrícula



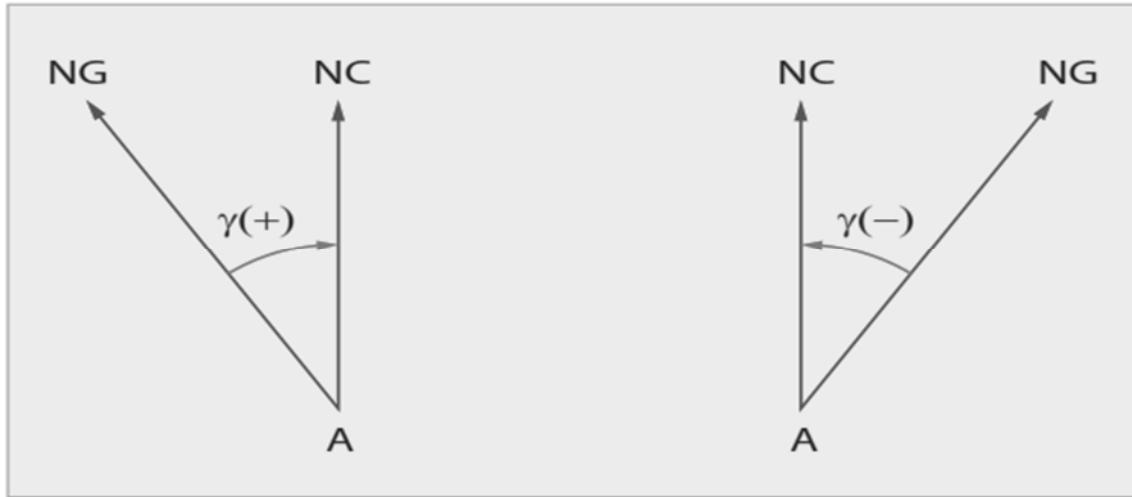
Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

3.3.7.3. Convergencia de Meridianos (γ)

Es el ángulo plano que se forma entre el norte verdadero o norte geográfico y el norte de cuadrícula en un punto, y es positiva cuando el norte de cuadrícula se encuentra al este del norte geográfico y negativa cuando se encuentra al oeste (Mendoza, 2020)

Figura 21

Convergencia de Meridianos



Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

La convergencia de meridianos esta gobernada por la siguiente fórmula:

$$tg\gamma = L * t * \cos\phi + L^3 * t * \frac{(1 + t^2 + 3n^2 + 2n^4)}{3} * \cos^3\phi \quad (17)$$

Donde:

γ : convergencia de meridianos en un punto

$$L = \text{Signo}(E - 500\,000)[|\lambda| - |\lambda_o|]$$

$$t = \tan\phi$$

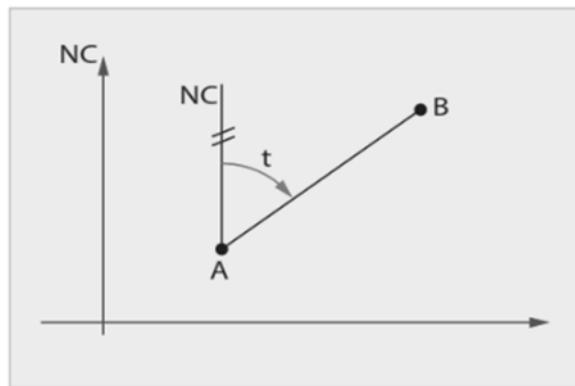
$$n^2 = e'^2 * \cos^2\phi$$

3.3.7.4. Azimut de Cuadrícula (t)

Es el Ángulo que se forma entre el norte de cuadrícula y la línea recta que une los puntos A y B.

Figura 22

Azimut Plano



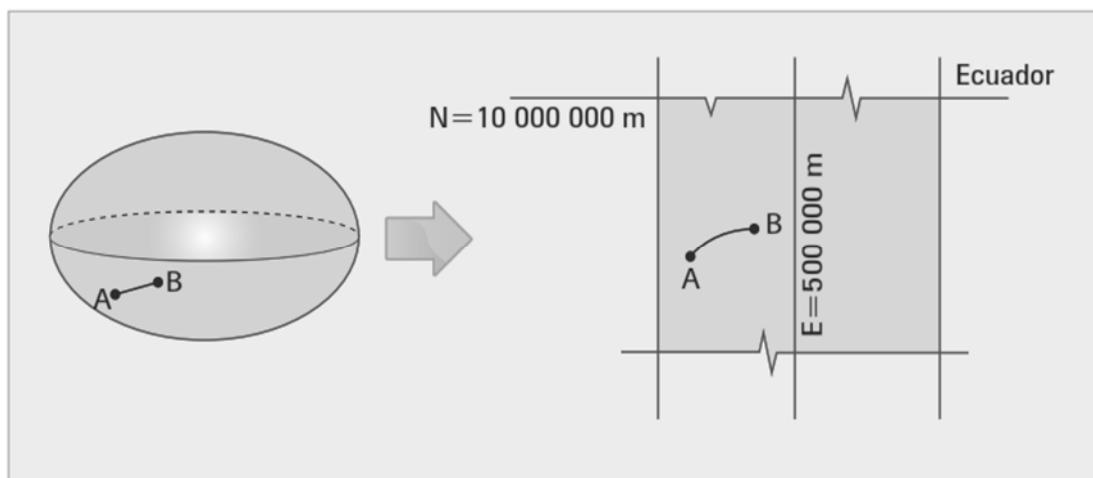
Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

3.3.7.5. Azimut Geodésico Proyectado (T)

La línea recta entre dos puntos A y B situados en el elipsoide, es proyectado en el cilindro transversal de Mercator como una línea curva cóncava hacia el meridiano central (Mendoza, 2020).

Figura 23

Proyección de una Línea del Elipsoide al Plano UTM

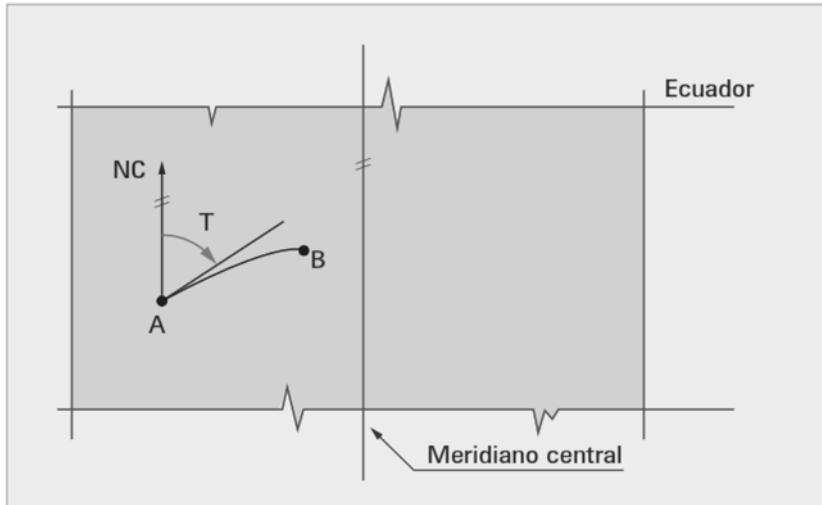


Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

Llamamos Azimut Geodésico Proyectado al ángulo medido en sentido horario desde el norte de cuadrícula hasta la línea tangente en punto de origen A.

Figura 24

Azimut Geodésico Proyectado



Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

El azimut geodésico proyectado se calcula con la siguiente expresión:

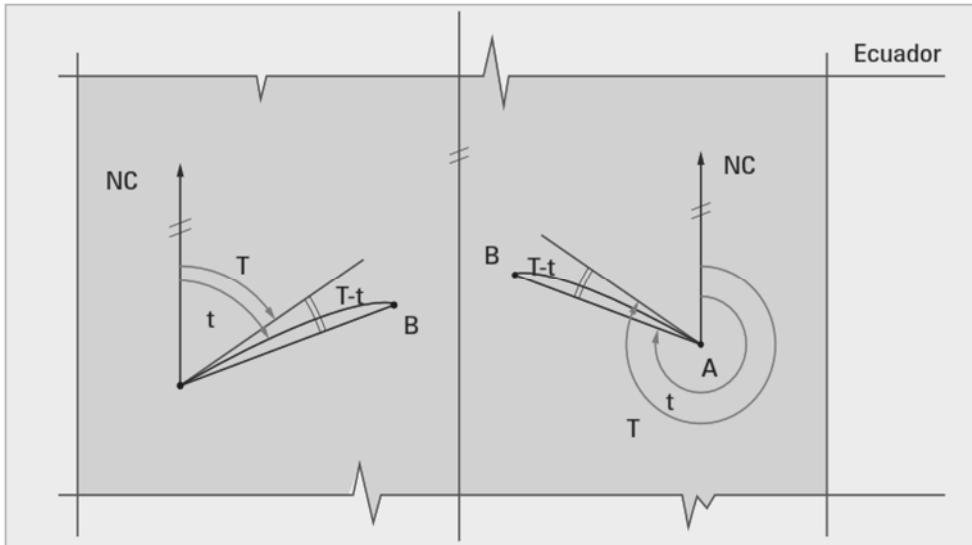
$$T = t + \text{corrección por curvatura} \quad (18)$$

3.3.7.6. Corrección por Curvatura ($T-t$)

Es la diferencia del azimut geodésico menos el azimut plano el cual debe ser aplicado en los lados de partida y llegada de una poligonal geodésica (Mendoza, 2020).

Figura 25

Corrección por Curvatura



Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

La corrección por curvatura se calcula directamente con la siguiente fórmula:

$$(T - t)_{A \rightarrow B} = -\Delta N(2X_1 + X_2) * P * 6.8755 * 10^{-8} \quad (19)$$

Donde:

$$\Delta N = N_B - N_A$$

$$X_1 = |500000 - E_A|$$

$$X_2 = |500000 - E_B|$$

$$P = \left[\frac{1+e'^2 \cos^2 \phi}{2 \cdot N^2 \cdot K_0^2} \right] * 10^{12}$$

e'^2 : cuadrado de la segunda excentricidad

N : radio de curvatura de la primera vertical en el punto "A"

K_0 : factor de escala en el meridiano central = 0.9996

ϕ : latitud geodésica en el punto "A"

3.3.7.7. Azimut Geográfico o Verdadero (Zg)

El Azimut Geográfico está dado por la siguiente expresión:

$$Z_g = T + \gamma \quad (20)$$

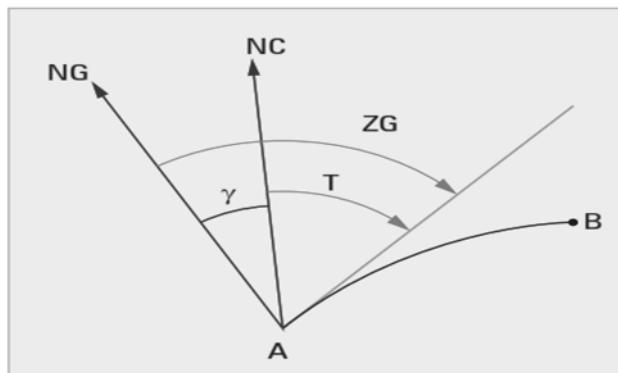
Donde:

T : azimut geodésico

γ : convergencia de meridianos

Figura 26

Azimut Geográfico



Nota. Adaptado de Jorge Mendoza Dueñas

3.3.8. Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas

Para el proceso de transformación de coordenadas UTM a Topográficas de un grupo de puntos, se debe elegir un punto base también llamado punto píivot; este punto tendrá tanto en UTM como en Topográficas los mismos valores en coordenadas. A partir del punto píivot, los demás puntos se convertirán uno a uno de coordenadas UTM a Topográficas siguiendo las siguientes ecuaciones:

$$E_{tB} = E_A + L_t * \operatorname{sen}(Z_g) \quad (21)$$

$$N_{tB} = N_A + L_t * \operatorname{cos}(Z_g) \quad (22)$$

Donde:

$E_{tB}; N_{tB}$: coordenadas topográficas del punto B

$E_A; N_A$: coordenadas UTM = coordenadas Topográficas del punto píivot A

L_t : distancia topográfica del punto A al punto B

Z_g : azimut geográfico o verdadero de la linea que une A y B

Para calcular las coordenadas UTM de A y B conociendo las coordenadas Topográficas de A y B, se sigue un proceso reverso iterativo (Mendoza, 2020).

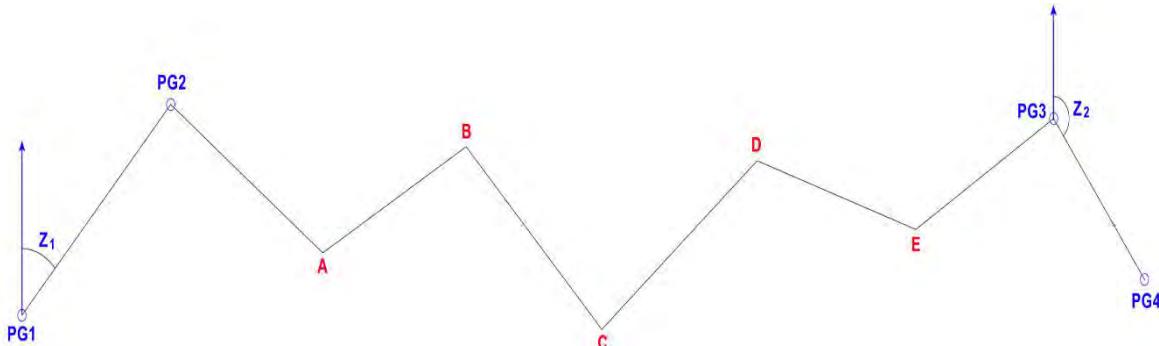
3.3.9. Poligonal Cerrada Ligada en sus Dos Extremos

Según (Mendoza, 2020) esta poligonal consiste en un conjunto de líneas consecutivas, donde son conocidas las coordenadas de los puntos iniciales y finales.; también se conocen las orientaciones de las alineaciones de partida y llegada, haciendo posible llevar los controles de cierre lineal y angular.

Este tipo de poligonal se usa en proyectos lineales como carreteras, ferrocarriles, canales, etc. Para resolver esta poligonal se usa el mismo método de la poligonal cerrada normal.

Figura 27

Polygonal Cerrada Ligada en sus Dos Extremos



Nota. Adaptado de Elaboración propia

3.3.9.1. Cálculo de Azimut de los Lados de la Poligonal

Tomando como ejemplo la poligonal de la figura 30 se usan las siguientes expresiones:

$$Z_{PG2-A} = Z_{PG1-PG2} + \alpha_{PG2} - 180^\circ \dots \text{si } Z_{PG1-PG2} + \alpha_{PG2} > 180^\circ \quad (23)$$

$$Z_{PG2-A} = Z_{PG1-PG2} + \alpha_{PG2} + 180^\circ \dots \text{si } Z_{PG1-PG2} + \alpha_{PG2} < 180^\circ \quad (24)$$

Y así sucesivamente se calculan los azimuts para todos los lados siguientes.

3.3.9.2. Análisis de Cierre Angular

Tomando como ejemplo la poligonal de la figura 30 y teniendo ya calculado los azimuts para cada lado de la misma empezando desde el lado PG2-A hasta el lado PG3-PG4. Al llegar a este último se compara el azimut Z_2 medido gracias a las coordenadas precisas ya establecidas de PG3 y PG4, con el azimut calculado del paso anterior. Este error angular deberá ser menor al máximo error de cierre permitido (Mendoza, 2020).

$$E_c = \text{Azimut calculado} - Z_2 \quad (25)$$

Donde:

E_c : error de cierre angular obtenido

Z_2 : azimut geográfico fijo entre los puntos PG3 y PG4

$$E_{c \text{ permitido}} = \pm R\sqrt{n} \quad (26)$$

Donde:

R : precisión angular del equipo utilizado

n : número de vértices medidos de la poligonal

El error de cierre angular debe ser menor que el máximo permitido, para considerar que la medición angular realizado en campo fue exitoso. Caso contrario deberán volverse a medir.

$$E_c < E_{c \text{ permitido}} \dots \dots ok! \quad (27)$$

3.3.9.3. Compensación Angular

Una vez determinado que la medición angular esté dentro de lo permitido, se procede a compensar el error de cierre angular en partes iguales según la cantidad de vértices de la poligonal.

$$C_s = \frac{E_c}{n} \quad (28)$$

Donde:

C_s : compensación angular

E_c : error de cierre angular

n : número de vértices

3.3.9.4. Cálculo de Coordenadas Parciales

Las coordenadas parciales serán calculadas con las siguientes fórmulas:

$$\Delta_x = d * \sin Z \quad (29)$$

$$\Delta_y = d * \cos Z \quad (30)$$

Donde:

Δ_x, Δ_y : coordenadas parciales en el eje "x" e "y"

d : distancia del lado medido

Z : azimut del lado medido

3.3.9.5. Análisis de Cierre Lineal

Se procede a calcular el error de cierre lineal el cual está mediante la siguiente fórmula:

$$\varepsilon = \sqrt{(\varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_y)^2} \quad (31)$$

Donde:

ε : error de cierre lineal

$$\varepsilon_x = E_{PG3 \text{ calculado}} - E_{PG3 \text{ medido}}$$

$$\varepsilon_y = N_{PG3 \text{ calculado}} - N_{PG3 \text{ medido}}$$

Luego se calcula el error relativo mediante la siguiente fórmula:

$$E_r = \frac{1}{\frac{\text{Longitud de la poligonal}}{\varepsilon}} \quad (32)$$

Según (Mendoza, 2020) y (Mendoza, 2020 (Casanova Matera, 2002, págs. 5-10 cap. 05)) las tolerancias para levantamientos o replanteos topográficos tienen la siguiente clasificación:

1/5000 : levantamientos en zonas rurales

1/10000 : levantamientos en zonas urbanas

Entonces el error relativo tendrá que ser menor a la tolerancia permitida según la zona de trabajo.

3.3.9.6. Compensación Lineal

Si el error relativo es aceptado, se procede a compensar el error lineal mediante las siguientes expresiones:

$$C_x = -\frac{\varepsilon_x}{L} * d \quad (33)$$

$$C_y = -\frac{\varepsilon_y}{L} * d \quad (34)$$

Donde:

$C_x; C_y$: compensación en el eje "x" e "y"

$\varepsilon_x; \varepsilon_y$: error de cierre lineal en el eje "x" e "y"

L : longitud de la poligonal

d : longitud del lado medido

3.3.9.7. Cálculo de Coordenadas Absolutas

Finalmente, y tomando como ejemplo la figura 30, se obtienen las coordenadas de los vértices de la poligonal mediante las siguientes expresiones:

$$X = X_{PG2} + \Delta X_{PG2-A} + \Delta X_{A-B} + \cdots + \Delta X_{E-PG3} \quad (35)$$

$$Y = Y_{PG2} + \Delta Y_{PG2-A} + \Delta Y_{A-B} + \cdots + \Delta Y_{E-PG3} \quad (36)$$

3.4. Definición de Términos

Altitud: Es la distancia vertical de un origen determinado a un punto superficial del terreno (sobre el elipsoide o geoide), considerado como nivel cero.

Altitud ortométrica: Es la distancia vertical desde un punto de la superficie terrestre hasta un geoide, generalmente denominada elevación.

Altura: Es la distancia vertical respecto a una superficie plana o curva, real o imaginaria tomada como superficie de referencia.

Altura elipsoidal: Las alturas elipsoidales (h) representan la separación entre la superficie topográfica terrestre y el elipsoide.

Consistencia. — se refiere a la repetibilidad y estabilidad de los resultados obtenidos mediante un método o procedimiento. Una medición o un conjunto de mediciones se consideran consistentes cuando producen resultados similares o idénticos bajo las mismas condiciones en diferentes momentos o en diferentes partes de un experimento

Coordenadas Geográficas:

Son los Valores de Latitud y de Longitud que indican la posición horizontal de un punto sobre la superficie de la Tierra en un mapa.

Coordenadas planas o proyectadas:

Son las que resultan de proyectar la superficie del elipsoide sobre un plano. Los puntos proyectados son designados por la coordenada X o Este y la coordenada Y o Norte, medidas sobre dos ejes perpendiculares, trazados a partir de un origen definido convencionalmente de distintas maneras, según sea el sistema de proyección elegido.

Datum:

Un Datum es un Sistema de Referencia Geodésico definido por la superficie de referencia precisamente posicionada y mantenida en el espacio; y es generada por una red compensada de puntos. El Datum geodésico se define como un conjunto de parámetros que especifican la superficie de referencia o el sistema de referencia de coordenadas utilizado por el apoyo geodésico en el cálculo de coordenadas de puntos terrestres; comúnmente los Datums se definen separadamente como horizontales y verticales.

Datum Horizontal:

Punto de referencia geodésico para los levantamientos de control horizontal, del cual se conocen los valores: latitud, longitud y azimut de una línea a partir de este punto y los parámetros del elipsoide de referencia.

Datum vertical:

Cualquier superficie nivelada que se toma como superficie de referencia a partir de la cual se calculan las elevaciones. Usualmente se escoge el geoide, el cual es la superficie equipotencial del campo gravitacional terrestre que mejor se aproxima al nivel medio del mar.

EGM 2008:

Modelo de geoide a escala global desarrollado por la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) de los Estados Unidos de América.

Elipsoide de Referencia:

Es la superficie formada por la revolución de una elipse alrededor de su eje menor y usado como dato de comparación en levantamientos geodésicos del globo terrestre. Es la figura matemática que más se aproxima al Geoide, siendo sencilla de definir matemáticamente.

Error Medio Cuadrático (EMC) (RMS):

Es la raíz cuadrada del cociente entre la suma de los cuadrados de los errores aleatorios y el número de errores menos uno, se minimiza con una solución por el método de los cuadrados mínimos. Proporciona una medida estadística de la dispersión de las posiciones calculadas en torno a la “posición mejor ajustada”. A menor EMC mayor precisión.

Estación base:

Es aquélla que siendo extremo de un vector se asume como de coordenadas conocidas. También se la suele llamar “estación de referencia”.

Geoide:

Superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que mejor se ajusta al nivel medio del mar. Su estimación requiere de la formulación de hipótesis sobre la distribución de las masas internas del planeta.

GNSS:

Acrónimo de Global Navigation Satellite Systems, utilizado para denominar al conjunto de sistemas de posicionamiento satelital e incluye a los actuales GPS y GLONASS, y al sistema de la Unión Europea, actualmente en desarrollo, GALILEO.

Marco de referencia (geodésico):

Es la materialización o realización física y matemática de un sistema de referencia a través de un conjunto de puntos monumentados sobre la superficie terrestre, con sus coordenadas geocéntricas tridimensionales y/o geodésicas dadas convencionalmente.

Precisión:

Grado de consistencia entre los valores observados de una determinada magnitud o su repetitividad basada en el grado de discrepancia entre los valores observados.

Red Geodésica:

Es el conjunto de puntos denominados vértices, materializados físicamente sobre el terreno, entre los cuales se han realizado observaciones geodésicas, con el fin de determinar su precisión tanto en términos absolutos como relativos. Una red Geodésica es la estructura que sostiene toda la cartografía de un territorio.

SIRGAS:

Acrónimo de Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Constituye una densificación continental del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).

WGS 1984:

Acrónimo de Word Geodetic System = Sistema Geodésico Mundial de 1984. Es definido por la National Geospatial Intelligence Agency (NGA) y ligado históricamente al desarrollo del sistema GPS. WGS 84 es además una superficie de referencia (elipsoide) y modelo gravitacional, y actualmente es prácticamente coincidente con el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).

IV. HIPÓTESIS Y VARIABLES

4.1. Hipótesis de la Investigación

4.1.1. Hipótesis General

- La distancia de los puntos geodésicos al punto base se relaciona directamente con la diferencia entre coordenadas UTM y Topográficas en los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023.

4.1.2. Hipótesis Específicas

- Los valores que se obtienen por la conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa en la carretera Amparaes – Puente Tahuís son consistentes.
- Se puede obtener coordenadas UTM con precisión aceptable mediante el uso de una estación total en la carretera Amparaes – Puente Tahuís en 2023.
- Las coordenadas UTM obtenidas mediante mediciones GNSS en modo RTK tienen una precisión aceptable en la carretera Amparaes – Puente Tahuís en 2023.
- Existe una relación directa entre la distancia en dirección ESTE de los puntos topográficos y la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la carretera Amparaes – Puente Tahuís.
- Existe una relación directa entre la distancia en dirección NORTE de los puntos topográficos y la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en la carretera Amparaes – Puente Tahuís.

4.2. Variables de la Investigación

4.2.1. Determinación de las Variables

$V_i = V1$: DISTANCIA

$V_d = V2$: DIFERENCIA ENTRE COORDENADAS UTM Y TOPOGRÁFICAS

4.2.2. Indicadores

V_i : - Separación entre puntos. - Ubicación geográfica de los puntos

V_d : - Desfase de la coordenada en X

- Desfase de la coordenada en Y

4.2.3. Proceso de Operacionalización de Variables

Tabla 9

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
Variable Independiente: (X)	Magnitud física que expresa la longitud entre dos puntos en el espacio euclidiano.	Distancia acumulada desde el punto base geodésico hasta cada vértice levantado a lo largo de la poligonal en la carretera Amparaes - Puente Tahuís.	- Separación entre puntos. - Ubicación geográfica.	Metros (m) Latitud (Lat.), Longitud (Long)	De 0 a 10000 m
Variable Dependiente: (Y)	Discrepancia espacial entre sistemas de coordenadas causada por diferencias en los marcos de referencia: global (UTM) vs local (topográfico).	Discrepancia espacial entre sistemas de coordenadas causada por diferencias en los marcos de referencia: global (UTM) vs local (topográfico).	- Desfase de la coordenada en X - Desfase de la coordenada en Y	Metros (m)	De 0 a 10m
Diferencia entre coordenadas UTM y Topográficas				Metros (m)	De 0 a 10 m

Fuente. Elaboración propia

V. POBLACIÓN Y MUESTRA

5.1. Población

En la presente investigación tenemos como población de estudio a todos los Puntos Geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís los que son un total de 30 puntos, dispuestos en pares a lo largo del tramo con una longitud total de 70 Km aproximadamente.

5.1.1. Ubicación

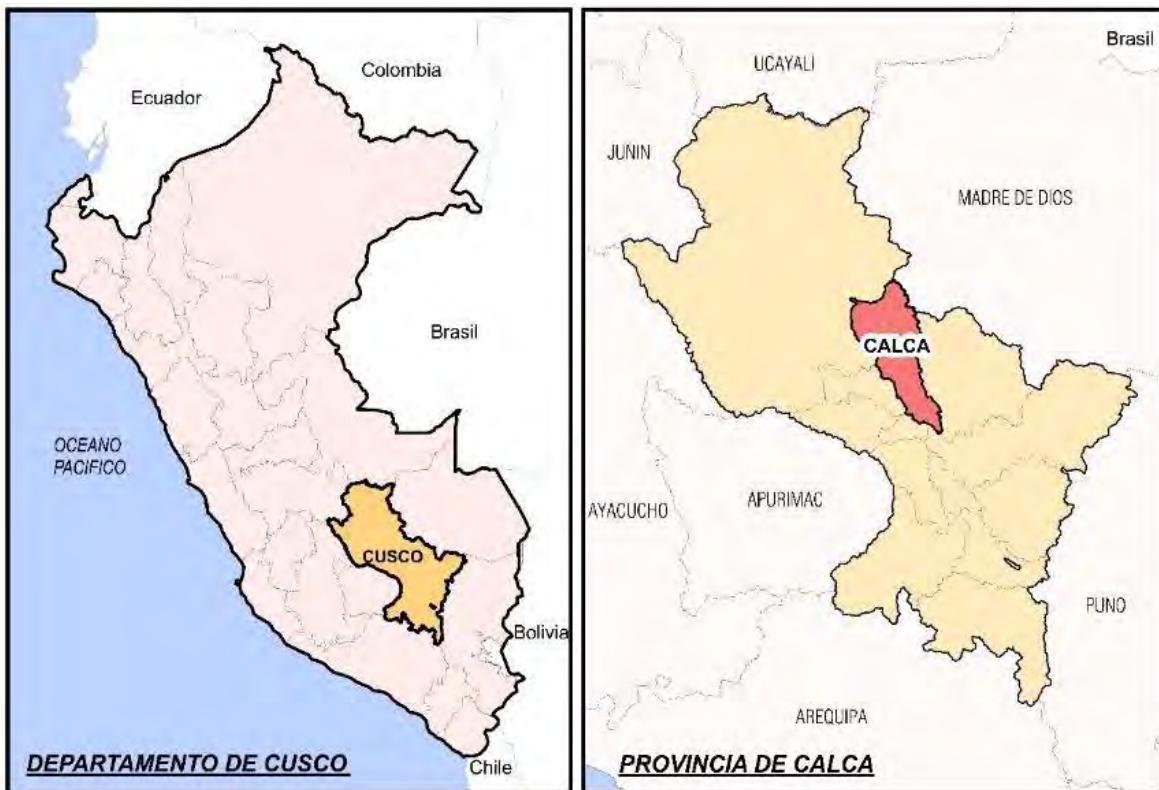
Tabla 10

Ubicación de la Carretera Amparaes - Puente Tahuís

Departamento	: Cusco
Provincia	: Calca
Distritos	: Lares – Yanatile
Tramo	: Amparaes – Puente Tahuís

Figura 28

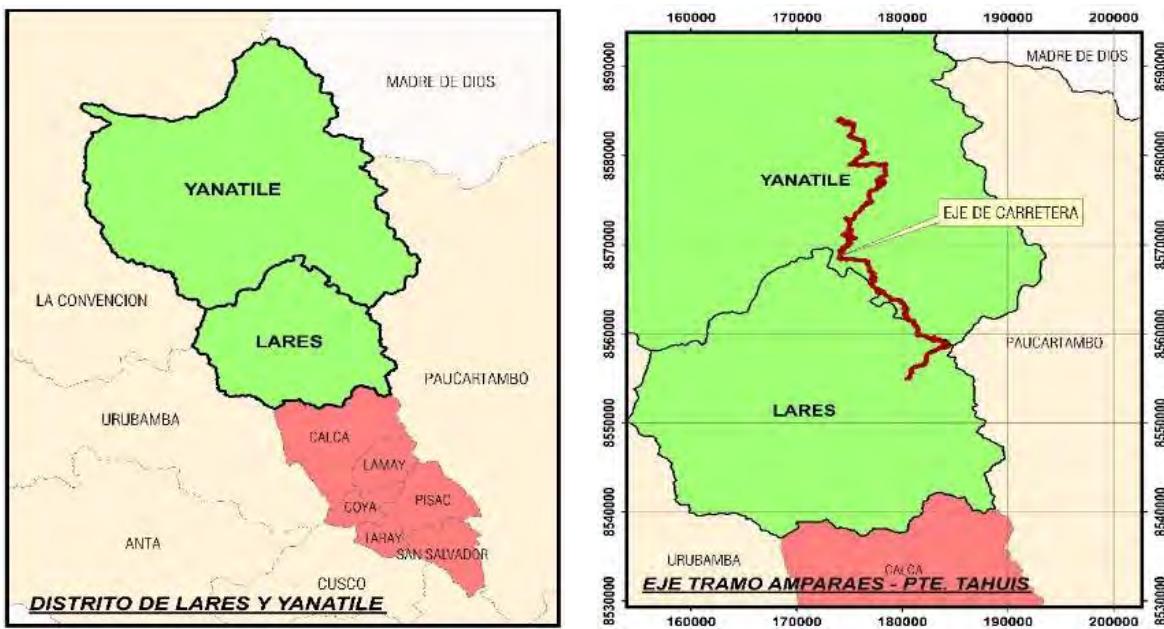
Ubicación Departamental y Provincial



Nota. Adaptado de Elaboración Propia

Figura 30

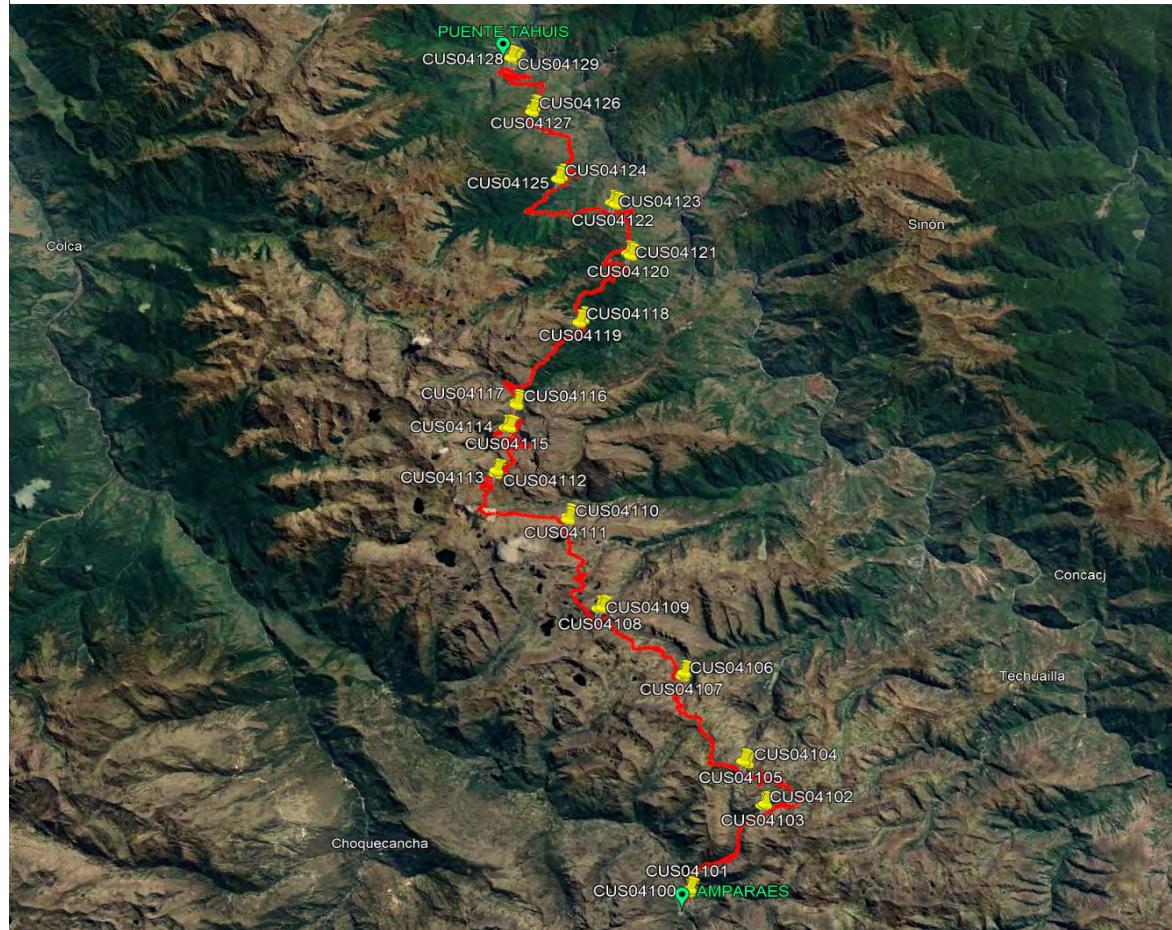
Ubicación Distrital



Nota. Adaptado de Elaboración Propia

Figura 29

Puntos Geodésicos de la Carretera Amparaes - Puente Tahuís



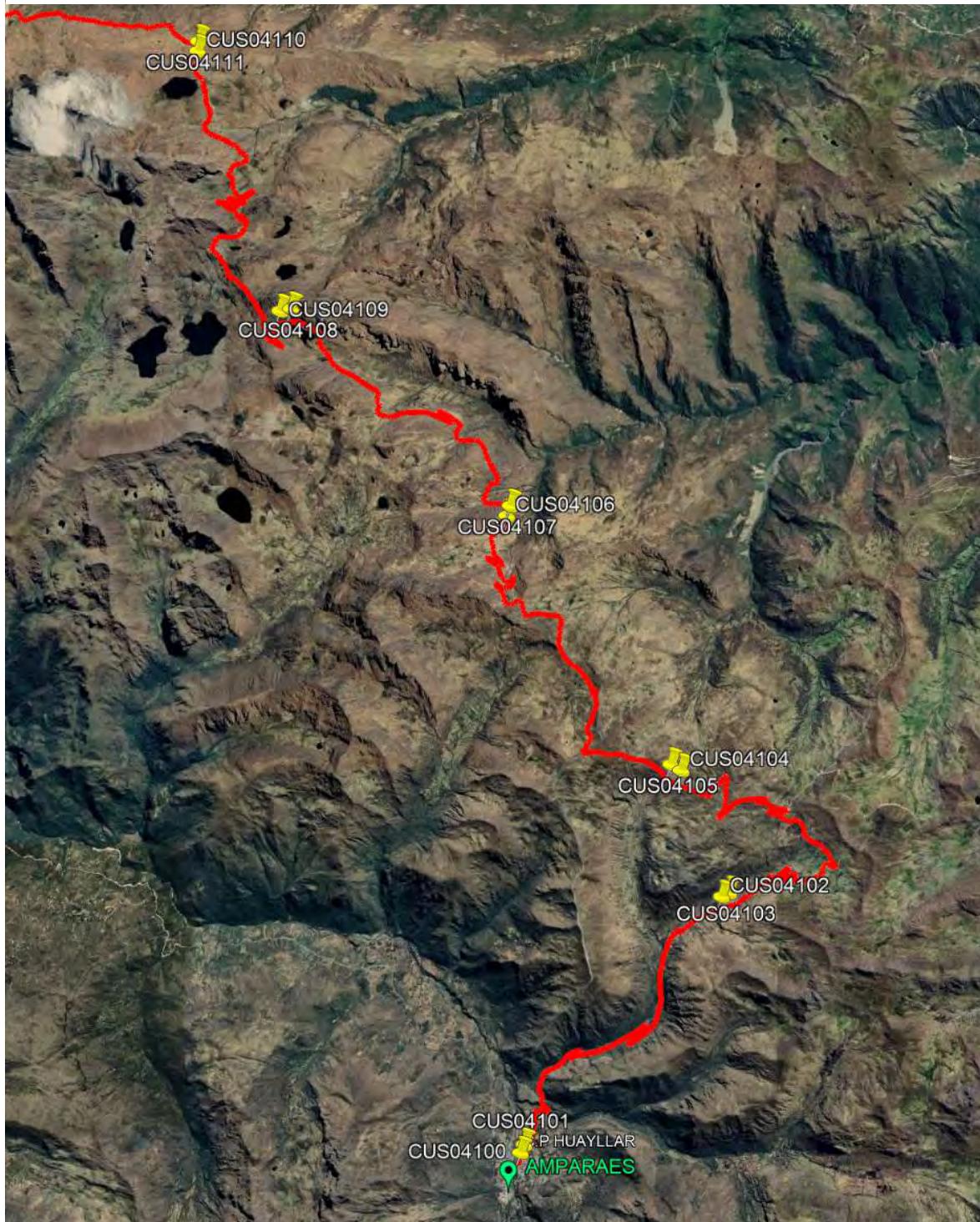
Nota. Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Muestra

Tomamos como muestra 08 Puntos Geodésicos los que comprenden una longitud de carretera de 20 Km.

Figura 31

Muestra de 12 Puntos Geodésicos



Nota. Fuente: Elaboración Propia

VI. MATERIALES Y EQUIPOS

6.1. Materiales

- Varillas de fierro
- Yeso
- Flexómetro

6.2. Equipos

6.2.1. *Equipos de Campo*

- Automóvil: para la movilidad y transporte de materiales y equipos.
- Computadora portátil: para el procesamiento de la información.
- Receptor GNSS multifrecuencia: para la toma de coordenadas UTM de los vértices de las 03 poligonales que se forman con los Puntos Geodésicos.
- Estación Total: para la toma de coordenadas Topográficas de los vértices de las 03 poligonales.

Figura 32

Receptor GNSS de la Marca CHCNAV Modelo i90



Nota. Adaptado de Guía de usuario CHCNAV GNSS i90

Figura 33

Estación Total Marca Topcon Modelo OS-102



6.2.2. *Equipos de Cómputo*

- Computadora estacionaria: para el procesamiento de datos.
- Impresora

6.2.3. *Equipos de Software*

- Google Earth Pro.
- Microsoft Office Profesional Plus 2021.
- Civil 3D 2021.
- Trimble Business center

VII. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

7.1. Diseño de la Investigación

El propósito central de esta investigación fue determinar y comprender la relación entre variables de distancia y diferencia entre tipos de coordenadas a lo largo de la carretera Amparaes Tahuís en Cusco. Estas variables, susceptibles de medición cuantitativa, desempeñan un papel crucial en la planificación y ejecución de proyectos de ingeniería civil.

Para abordar este objetivo, se ha adoptado un enfoque de investigación cuantitativo, específicamente un diseño no experimental de tipo transversal. En este estudio las mediciones se llevaron a cabo en un momento específico. Este enfoque transversal permite una instantánea precisa de las coordenadas de la carretera Amparaes Tahuís, proporcionando información para determinar la relación entre distancia y diferencia entre tipos de coordenadas.

El diseño no experimental, según la definición de (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) (p.152). se alinea con la naturaleza de esta investigación, ya que no involucra la manipulación deliberada de variables. En lugar de ello, se observan los fenómenos en su ambiente natural, permitiendo un análisis detallado de las coordenadas geodésicas y topográficas en dicha carretera.

En resumen, este estudio adopta un **diseño de investigación cuantitativo, no experimental y transversal**. La elección de esta metodología se fundamenta en la necesidad de comprender la relación entre las variables mencionadas, lo que permitirá contribuir significativamente al conocimiento en el campo de la topografía y la ingeniería civil en entornos geográficos similares.

7.2. Método de la Investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó el Método Correlacional

El Método Correlacional:

Según Hernández Sampieri (2014) el método correlacional es un estudio que tiene como intención evaluar la relación que hay entre dos o más categorías, variables o conceptos, que se dan en un contexto determinado. Los estudios cuantitativos correlacionales calculan la magnitud de relación entre esas dos o más variables (cuantifican relaciones). Por ello, miden cada variable presuntamente relacionada y luego también miden y analizan la correlación.

Mejía (2017) “La investigación correlacional es un tipo de investigación no experimental en la que los investigadores miden dos variables y establecen una relación estadística entre las mismas (correlación), sin necesidad de incluir variables externas para llegar a conclusiones relevantes.

En la presente investigación se buscó encontrar el grado de relación que existe entre la variable distancia y la variable diferencia entre tipos de coordenadas, y la influencia que tiene una sobre la otra, por lo que corresponde al Método Correlacional.

7.3. Técnicas de la Investigación

7.3.1. Técnicas de Muestreo

7.3.1.1. Solicitud de las Coordenadas UTM de los Puntos Geodésicos

Para nuestra investigación es importante contar con las coordenadas UTM de los Puntos Geodésicos de la Carretera Amparaes – Puente Tahuís. Esta información le pertenece a la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Cusco (GRTC), ya que en la visita de reconocimiento a campo pudimos notar que en los hitos monumentados estaba grabado en el disco de bronce incrustado en el concreto, el nombre de dicha institución.

Figura 34

Imagen del Disco de Bronce del Punto Geodésico CUS04100



Según la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, toda persona puede solicitar y recibir información que tenga o emita cualquier entidad estatal, con las excepciones previstas en la Ley.

Es así que se procedió a solicitar la información requerida a la GRTC, mediante la

Plataforma integral de solicitudes digitales del estado peruano, donde se debe llenar un formulario indicando tus datos y especificar la información requerida. Esta información se nos enviará vía correo electrónico.

Figura 35

Plataforma Integral de Solicitudes Digitales del Estado Peruano - Paso 1

Solicitud de acceso a la información pública
Gobierno Regional Cusco

Ingresá tu solicitud de acceso a información pública
Acceder a la información pública es tu derecho. Cualquier persona puede solicitar y recibir información que tenga o emita cualquier entidad estatal, con las excepciones previstas en la Ley.
Conoce qué información puedes solicitar >

Paso 2 de 2
Detalla la información que solicitas

6. Información solicitada
Describe tu pedido de información de manera concisa y precisa. Por ej., "Solicito el Presupuesto Institucional Modificado de la entidad en el 2016".

SOLICITO EL CUADRO DE COORDENADAS UTM DE LOS 30 PUNTOS GEODESICOS COMO RESULTADO DEL SERVICIO ESTABLECIMIENTO DE 30 PUNTOS GEODESICOS DE ORDEN C PARA EL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAEES - PUENTE TAHUISH, DISTRITO DE YANATILE - LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO" REALIZADO EN EL AÑO 2021.

7. Adjuntar archivos.
Peso máximo: 10 MB en total, solo se aceptan formatos jpg, jpeg, png, tif, bmp, pdf, doc, docx y txt.

Selecciona los archivos o arrástralos aquí

8. Área que tiene la información
Es opcional, pero si conoces a qué oficina pertenece la información que buscas, seleccionala. Esto podría ayudarnos a acelerar la atención.

CERENCIAS REGIONAL DE TRANSPORTES Y COM.

9. Forma de entrega de la información
Selecciona como quieras recibirla. Si no seleccionas una opción, se entregará el pedido como copia simple con el costo correspondiente.

- Correo electrónico: gratuito
- Copia simple (formato A4), hasta S/ 0.10 por página/cara. Se te indicará el pago por costo de reproducción que deberás cancelar previamente a la entrega de la información. Recibirás la información en la sede de la entidad.
- CC: hasta S/ 1.00 por cada uno. Se te indicará el pago por costo de reproducción que deberás cancelar previamente a la entrega de la información. Recibirás la información en la sede de la entidad.
- Otro

Nota. Adaptado de Gobierno del Perú

Figura 36

Plataforma Integral de Solicituds Digitales del Estado Peruano - Paso 2

Solicitud de acceso a la información pública
Gobierno Regional Cusco
 Ingresa tu solicitud de acceso a información pública
 Acceder a la información pública es tu derecho. Cualquier persona puede solicitar y recibir información que tenga o emita cualquier entidad estatal, con las excepciones previstas en la Ley.
[Conoce qué información puedes solicitar >](#)

Paso 1 de 2
Ingresa tus datos personales

1. Nombres y apellidos / Razón social

2. Edad
 18 años o más
 17 años o menos

2.1. Tipo de documento de identificación

2.2. Si seleccionaste Otros, especifica el tipo de documento de identificación:

2.3. Número de documento de identificación

Nota. Adaptado de Gobierno del Perú

Es así que se obtuvo las coordenadas de los Puntos Geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís, teniendo la siguiente tabla:

Tabla 11

Tabla de Coordenadas UTM de los Puntos Geodésicos de la Carretera Amparaes -
 Puente Tahuís

Código	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEODÉSICAS		
	Este (m)	Norte (m)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altura (m)
CUS04100	180552.859	8554953.596	13°03'17.10821"	71°56'43.00548"	3421.332
CUS04101	180594.668	8555051.450	13°03'13.94273"	71°56'41.58135"	3419.713
CUS04102	182884.081	8558005.932	13°01'38.75117"	71°55'24.53298"	3808.966
CUS04103	183009.766	8558082.910	13°01'36.29556"	71°55'20.33616"	3804.451
CUS04104	182451.229	8559504.152	13°00'49.88045"	71°55'38.31305"	4039.993
CUS04105	182313.705	8559586.051	13°00'47.16633"	71°55'42.84150"	4051.135
CUS04106	180336.222	8562465.525	12°59'12.81037"	71°56'47.30054"	3893.837
CUS04107	180418.736	8562595.322	12°59'08.62163"	71°56'44.51529"	3872.052
CUS04108	177851.197	8564803.167	12°57'55.87581"	71°58'08.78006"	4064.471
CUS04109	177613.617	8564726.555	12°57'58.27654"	71°58'16.68499"	4130.850

CUS04110	176698.516	8567835.721	12°56'16.85174"	71°58'45.81659"	3913.539
CUS04111	176728.145	8567934.249	12°56'13.65986"	71°58'44.79650"	3918.817
CUS04112	174416.432	8569386.270	12°55'25.57726"	72°00'00.85118"	4012.067
CUS04113	174534.073	8569530.885	12°55'20.92077"	71°59'56.89619"	4030.283
CUS04114	174810.877	8571025.430	12°54'32.43969"	71°59'47.14289"	3868.908
CUS04115	174903.425	8571039.476	12°54'32.01824"	71°59'44.07041"	3863.033
CUS04116	174934.946	8571688.132	12°54'10.94289"	71°59'42.77458"	3597.651
CUS04117	174946.035	8571824.970	12°54'06.49860"	71°59'42.35412"	3588.607
CUS04118	176832.445	8574670.815	12°52'34.69501"	71°58'38.74551"	3370.809
CUS04119	176877.527	8574741.172	12°52'32.42470"	71°58'37.22465"	3364.374
CUS04120	178335.293	8577088.748	12°51'16.65225"	71°57'48.02290"	2929.787
CUS04121	178276.455	8577150.909	12°51'14.60934"	71°57'49.94871"	2922.832
CUS04122	177794.166	8578911.988	12°50'17.17553"	71°58'05.25603"	2763.797
CUS04123	177577.079	8578992.519	12°50'14.47611"	71°58'12.41769"	2757.671
CUS04124	175921.291	8579788.422	12°49'47.97936"	71°59'06.97034"	2591.812
CUS04125	176167.263	8579950.522	12°49'42.80209"	71°58'58.75915"	2598.310
CUS04126	174977.687	8582201.977	12°48'29.16006"	71°59'37.30392"	2303.468
CUS04127	175174.017	8582446.381	12°48'21.28856"	71°59'30.70633"	2307.072
CUS04128	174287.784	8584051.864	12°47'28.76105"	71°59'59.44667"	2129.132
CUS04129	174220.408	8584095.205	12°47'27.32665"	72°00'01.66180"	2126.311

Sistema de referencia: WGS84 / Zona 19S

Nota. Adaptado de Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Cusco

7.3.1.2. Datos de la muestra

De esta lista de Puntos Geodésicos tomamos como muestra 08 de los puntos, los que vemos en la tabla 13

Tabla 12

Coordenadas UTM de la Muestra

Punto	Código	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEODÉSICAS		
		Este (m)	Norte (m)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altura (m)
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	13°01'38.75117"	71°55'24.53298"	3808.966
2	CUS04103	183009.766	8558082.910	13°01'36.29556"	71°55'20.33616"	3804.451
3	CUS04104	182451.229	8559504.152	13°00'49.88045"	71°55'38.31305"	4039.993
4	CUS04105	182313.705	8559586.051	13°00'47.16633"	71°55'42.84150"	4051.135
5	CUS04106	180336.222	8562465.525	12°59'12.81037"	71°56'47.30054"	3893.837
6	CUS04107	180418.736	8562595.322	12°59'08.62163"	71°56'44.51529"	3872.052
7	CUS04108	177851.197	8564803.167	12°57'55.87581"	71°58'08.78006"	4064.471
8	CUS04109	177613.617	8564726.555	12°57'58.27654"	71°58'16.68499"	4130.850

Sistema de referencia: WGS84 / Zona 19S

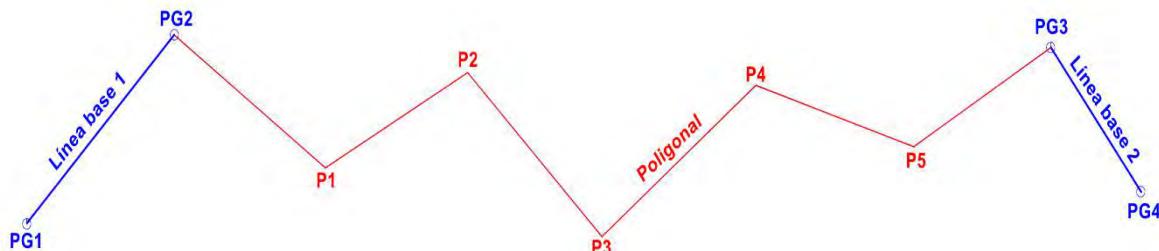
Nota. Adaptado de Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Cusco

7.3.2. Técnicas de Recolección de Datos

Con los 4 pares de puntos geodésicos formaremos 3 circuitos o también llamados planos locales, y cada una estarán formados por 2 líneas bases al inicio y al final del circuito, y una poligonal cerrada ligado en sus dos extremos por estas líneas base. A su vez las líneas base las definen cada par de puntos geodésicos con coordenadas conocidas.

Figura 37

Modelo de Circuito o Plano Local



Nota. Fuente: Elaboración propia

7.3.2.1. Levantamiento de las Poligonales con Estación Total

El levantamiento de las 3 poligonales con estación total consiste en la medición de ángulos y distancias.

Tabla 13

Ángulos y Distancias del Circuito I

Vértice	Ángulo Horizontal			Lado	Distancia
	Grados	Minutos	Segundos		
CUS04102				CUS04102-CUS04103	
CUS04103	181	37	27	CUS04103-A	395.604
A	166	8	31	A-B	276.602
B	263	35	18	B-C	118.7
C	135	18	27	C-D	207.931
D	152	23	30	D-E	400.276
E	83	41	1	E-F	403.413
F	160	20	35	F-G	515.233
G	224	19	4	G-H	151.165
H	87	42	42	H-I	409.75
I	258	12	53	I-J	344.442
J	112	46	50	J-CUS04104	455.623
CUS04104	216	9	26	CUS04104-CUS04105	160.028
CUS04105					
				Longitud total	3838.767

Tabla 14

Ángulos y Distancias del Circuito II

Vértice	Ángulo Horizontal			Lado	Distancia
	Grados	Minutos	Segundos		
CUS04104				CUS04104-CUS04105	
CUS04105	178	42	27	CUS04105-K	442.478
K	156	25	42	K-L	582.85
L	270	42	47	L-M	775.475
M	132	31	17	M-N	466.212
N	214	8	28	N-Ñ	443.274
Ñ	118	56	4	Ñ-O	523.212
O	208	42	49	O-P	227.376
P	233	38	22	P-Q	112.247
Q	112	48	44	Q-R	379.975
R	258	21	32	R-CUS04106	
CUS04106	186	42	8	CUS04106-CUS04107	
CUS04107					153.766
					Longitud total 4466.798

Tabla 15

Ángulos y Distancias del Circuito III

Vértice	Ángulo Horizontal			Lado	Distancia
	Grados	Minutos	Segundos		
CUS04106				CUS04106-CUS04107	
CUS04107	90	8	34	CUS04107-S	347.371
S	239	36	25	S-T	593.951
T	108	7	27	T-U	324.251
U	202	36	1	U-V	465.227
V	133	39	59	V-W	570.915
W	265	2	38	W-X	288.794
X	126	35	17	X-Y	491.214
Y	213	2	25	Y-Z	429.494
Z	137	33	53	Z-CUS04108-CUS04109	
CUS04108	143	18	31	CUS04108-CUS04109	
CUS04109					249.572
					Longitud total = 4184.221

7.3.2.2. Levantamiento de las Poligonales con Receptores GNSS

Consiste en la toma de coordenadas de los vértices de las poligonales con los Receptores GNSS, utilizando el modo de trabajo Real Time Kinematic (RTK), donde uno de los Receptores se instaló en el primer punto geodésico de la poligonal (base), y el otro Receptor (rover) tomo las coordenadas de cada vértice.

Tabla 16

Coordenadas UTM de los Vértices de la Poligonal del Circuito I

Círculo I				
Punto	Este	Norte	Altura	Código
Base	182884.081	8558005.932	3808.966	CUS04102 (Geodésico)
1	182884.086	8558005.927	3808.966	CUS04102 (medido)
2	183009.772	8558082.900	3804.451	CUS04103 (medido)
3	183352.931	8558279.956	3834.918	A
4	183552.884	8558471.188	3858.85	B
5	183644.008	8558395.085	3895.61	C
6	183851.234	8558412.562	3925.508	D
7	184189.159	8558627.308	3964.378	E
8	183936.575	8558942.018	4012.716	F
9	183497.602	8559212.027	4039.66	G
10	183460.792	8559358.668	4087.035	H
11	183067.579	8559243.119	4110.939	I
12	182904.974	8559546.892	4054.363	J

Tabla 17

Coordenadas UTM de los Vértices de la Poligonal del Circuito II

Círculo II				
Punto	Este	Norte	Altura	Código
Base	182451.229	8559504.152	4039.993	CUS04104 (Geodésico)
1	182451.233	8559504.142	4039.993	CUS04104 (medido)
2	182313.709	8559586.042	4051.135	CUS04105 (medido)
3	181928.458	8559803.867	4082.061	K
4	181348.608	8559863.886	4129.241	L
5	181438.138	8560634.331	4046.323	M
6	181133.095	8560986.998	4033.56	N
7	181081.294	8561427.329	4020.616	Ñ
8	180596.843	8561625.228	4042.591	O
9	180453.532	8561801.803	3991.335	P
10	180481.809	8561910.488	3976.207	Q
11	180179.813	8562141.216	3940.829	R

Tabla 18

Coordenadas UTM de los Vértices de la Poligonal del Circuito III

Círculo III				
Punto	Este	Norte	Altura	Código
Base	180336.222	8562465.525	3893.837	CUS04106 (Geodésico)
1	180336.218	8562465.521	3893.837	CUS04106 (medido)
2	180418.723	8562595.328	3872.052	CUS04107 (medido)
3	180125.978	8562782.462	3845.421	S
4	180148.717	8563376.154	3835.353	T
5	179844.562	8563488.808	3839.379	U
6	179503.768	8563805.708	3897.847	V
7	178933.691	8563771.676	3946.778	W
8	178891.623	8564057.488	3965.032	X
9	178458.694	8564289.848	4001.818	Y
10	178252.107	8564666.489	4023.739	Z
11	177851.181	8564803.149	4064.471	CUS04108 (medido)
12	177613.605	8564726.566	4130.85	CUS04109 (medido)

7.3.3. Técnicas de Procesamiento de Datos

(Mendoza, 2020) en su tesis para optar al grado académico de Doctor en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal: SECUENCIA ESTRATÉGICA DE ALGORITMOS EN LA OBTENCIÓN DE COORDENADAS UTM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS OPERATIVOS, plantea una secuencia de pasos para el adecuado levantamiento topográfico de una obra lineal, donde combina de manera eficiente el uso de los Receptores GNSS y la Estación Total.

Estos pasos son los siguientes:

- a) **Establecimiento de puntos geodésicos en pares** cada 3 Km, excepcionalmente cada 5 Km.
- b) **Transformación de coordenadas UTM a Topográficas** de los puntos geodésicos por circuitos.
Donde cada circuito estará formado por un par de puntos geodésicos al inicio y otro par al final; y se tendrá una poligonal cerrada ligada en sus extremos por los dos pares de puntos geodésicos.
- c) **Medición de ángulos y distancias de la poligonal** con Estación Total.
- d) **Cálculo de la poligonal**, donde se calculan las coordenadas topográficas de los vértices de la poligonal. Para este cálculo se trabajarán con las coordenadas topográficas de los puntos geodésicos.
- e) **Transformación de coordenadas Topográficas a UTM** de los vértices de la poligonal.

Es así que para el procesamiento de nuestros datos tomaremos como referencia los pasos descritos anteriormente.

7.3.3.1. Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas

Tabla 19

Elementos del Elipsoide WGS84

Elementos del Elipsoide WGS84	
a	6378137
f	0.0033528107
b	6356752.314

Tabla 20

Parámetros del Elipsoide WGS84

Parámetros del elipsoide WGS84	
e^2	0.00669438
e'^2	0.006739497

Tabla 21

Datos de los Puntos Geodésicos

Punto	Código	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEODÉSICAS			Altura (m)
		Este (m)	Norte (m)	Latitud Sur	Longitud Oeste		
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	13°01'38.75117"	71°55'24.53298"	3808.966	
2	CUS04103	183009.766	8558082.910	13°01'36.29556"	71°55'20.33616"	3804.451	
3	CUS04104	182451.229	8559504.152	13°00'49.88045"	71°55'38.31305"	4039.993	
4	CUS04105	182313.705	8559586.051	13°00'47.16633"	71°55'42.84150"	4051.135	
5	CUS04106	180336.222	8562465.525	12°59'12.81037"	71°56'47.30054"	3893.837	
6	CUS04107	180418.736	8562595.322	12°59'08.62163"	71°56'44.51529"	3872.052	
7	CUS04108	177851.197	8564803.167	12°57'55.87581"	71°58'08.78006"	4064.471	
8	CUS04109	177613.617	8564726.555	12°57'58.27654"	71°58'16.68499"	4130.850	

Sistema de referencia: WGS84 / Zona 19S

Tabla 22

Cálculo del Factor de Escala por Proyección Cartográfica

Pto.	Código	φ	N	x	q	P	Factor K
1	CUS04102	-0.227	6379222.076	317115.919	0.31711592	0.01237518	1.00084428
2	CUS04103	-0.227	6379221.965	316990.234	0.31699023	0.01237518	1.00084330
3	CUS04104	-0.227	6379219.855	317548.771	0.31754877	0.01237519	1.00084769
4	CUS04105	-0.227	6379219.731	317686.295	0.31768630	0.01237520	1.00084877
5	CUS04106	-0.227	6379215.448	319663.778	0.31966378	0.01237523	1.00086437
6	CUS04107	-0.227	6379215.258	319581.264	0.31958126	0.01237523	1.00086372
7	CUS04108	-0.226	6379211.962	322148.803	0.32214880	0.01237526	1.00088411
8	CUS04109	-0.226	6379212.070	322386.383	0.32238638	0.01237525	1.00088601

Tabla 23

Cálculo del Factor de Escala por Altura Elipsoidal

Punto	Código	ρ	N	R	Factor Kh
1	CUS04102	6338673.315	6379222.076	6358915.375	0.99940136
2	CUS04103	6338672.982	6379221.965	6358915.152	0.99940207
3	CUS04104	6338666.692	6379219.855	6358910.946	0.99936508
4	CUS04105	6338666.324	6379219.731	6358910.700	0.99936333
5	CUS04106	6338653.556	6379215.448	6358902.160	0.99938803
6	CUS04107	6338652.990	6379215.258	6358901.782	0.99939145
7	CUS04108	6338643.163	6379211.962	6358895.210	0.99936123
8	CUS04109	6338643.487	6379212.070	6358895.426	0.99935080

Tabla 24

Cálculo del Factor de Escala Combinado

Punto	Código	Factor K	Factor Kh	Factor Kc
1	CUS04102	1.00084428	0.99940136	1.00024514
2	CUS04103	1.00084330	0.99940207	1.00024487
3	CUS04104	1.00084769	0.99936508	1.00021222
4	CUS04105	1.00084877	0.99936333	1.00021155
5	CUS04106	1.00086437	0.99938803	1.00025187
6	CUS04107	1.00086372	0.99939145	1.00025464
7	CUS04108	1.00088411	0.99936123	1.00024478
8	CUS04109	1.00088601	0.99935080	1.00023624

Tabla 25

Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas - Circuito I

Coordenadas UTM			Coordenadas Topográficas		
Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Et	Nt
CUS04102	182884.081	8558005.932	3808.966	182884.081	8558005.932
CUS04103	183009.766	8558082.910	3804.451	183009.735	8558082.891
CUS04104	182451.229	8559504.152	4039.993	182451.319	8559503.807
CUS04105	182313.705	8559586.051	4051.135	182313.825	8559585.687

Tabla 26

Parámetros de Transformación - Circuito I

Línea	Convergencia de Meridianos	Azimut de Cuadrícula	Corrección por Curvatura	Azimut Geodésico	Azimut Geográfico	Distancias			
	γ	t	(T-t)	T	Zg	Kc (promedio)	Lc	Lo	Lt
CUS04102- CUS04103	0°0'0.00"	58°30'49.95859"	-0°0'0.0623"	58°30'49.89629"	58°30'49.89629"	1.000245003	147.385	147.261	147.349
CUS04102- CUS04104		343°53'7.51524"	-0°0'1.2133"	343°53'6.30194"	343°53'6.30194"	1.000228682	1559.495	1558.177	1559.138
CUS04102- CUS04105		340°9'6.92669"	-0°0'1.27981"	340°9'5.64688"	340°9'5.64688"	1.000228347	1679.912	1678.491	1679.529

Tabla 27

Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas - Circuito II

Código	Coordenadas UTM			Coordenadas Topográficas	
	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Et	Nt
CUS04104	182451.229	8559504.152	4039.993	182451.229	8559504.152
CUS04105	182313.705	8559586.051	4051.135	182313.734	8559586.034
CUS04106	180336.222	8562465.525	3893.837	180336.678	8562464.813
CUS04107	180418.736	8562595.322	3872.052	180419.173	8562594.576

Tabla 28

Parámetros de Transformación - Circuito II

Línea	Convergencia de Meridianos	Azimut de Cuadrícula	Corrección por Curvatura	Azimut Geodésico	Azimut Geográfico	Distancias			
	γ	t	(T-t)	T	Zg	Kc (promedio)	Lc	Lo	Lt
CUS04104-CUS04105	0°0'0.00"	300°46'29.50321"	-0°0'0.06639"	300°46'29.43682"	300°46'29.43682"	1.000211888	160.063	159.928	160.030
CUS04104-CUS04106		324°27'56.32549"	-0°0'2.40572"	324°27'53.91977"	324°27'53.91977"	1.000232047	3639.091	3635.979	3638.247
CUS04104-CUS04107		326°40'28.01892"	-0°0'2.51094"	326°40'25.50798"	326°40'25.50798"	1.000233433	3699.508	3696.345	3698.645

Tabla 29

Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas - Circuito III

Código	Coordenadas UTM			Coordenadas Topográficas	
	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Et	Nt
CUS04106	180336.222	8562465.525	3893.837	180336.222	8562465.525
CUS04107	180418.736	8562595.322	3872.052	180418.715	8562595.289
CUS04108	177851.197	8564803.167	4064.471	177851.792	8564802.564
CUS04109	177613.617	8564726.555	4130.850	177614.261	8564725.979

Tabla 30

Parámetros de Transformación - Circuito III

Línea	Convergencia de Meridianos	Azimut de Cuadrícula	Corrección por Curvatura	Azimut Geodésico	Azimut Geográfico	Distancias			
	γ	t	(T-t)	T	Zg	Kc (promedio)	Lc	Lo	Lt
CUS04106-CUS04107	0°0'0.00								
		32°26'41.15"	-0°0'0.1059"	32°26'41.0441"	32°26'41.0441"	1.000253257	153.804	153.672	153.766
CUS04106-CUS04108		313°14'58.41059"	-0°0'1.91238"	313°14'56.49821"	313°14'56.49821"	1.000248323	3411.733	3408.753	3410.886
CUS04106-CUS04109		309°42'30.48311"	-0°0'1.85016"	309°42'28.63295"	309°42'28.63295"	1.000244053	3539.044	3535.950	3538.181

7.3.3.2. Cálculo de la Poligonal

Tabla 31

Cálculo de Azimut y Error Angular – Circuito I

Vértice	DATOS DE CAMPO			CALCULO DE AZIMUT MEDIDO		
	Ángulo Horizontal			Distancia	Azimut Calculado EQUIVALENTE	
	Grados	Minutos	Segundos		Grados	Minutos
CUS04102				CUS04102-CUS04103		58 30 49.975
CUS04103	181	37	27	CUS04103-A	395.604	60 8 16.975
A	166	8	31	A-B	276.602	46 16 47.975
B	263	35	18	B-C	118.700	129 52 5.975
C	135	18	27	C-D	207.931	85 10 32.975
D	152	23	30	D-E	400.276	57 34 2.975
E	83	41	1	E-F	403.413	321 15 3.975
F	160	20	35	F-G	515.233	301 35 38.975
G	224	19	4	G-H	151.165	345 54 42.975
H	87	42	42	H-I	409.750	253 37 24.975
I	258	12	53	I-J	344.442	331 50 17.975
J	112	46	50	J-CUS04104	455.623	264 37 7.975
CUS04104	216	9	26	CUS04104-CUS04105	160.028	300 46 33.975
CUS04105				CUS04104-CUS04105 (de geodésicos)		300 46 28.247
				Longitud total	3838.767	
						Ec = 5.728
						Ec permitido = 6.928
						$E_c \text{ permitido} = K * \sqrt{n}$

Tabla 32

Compensación de Ángulos y Cálculo de Coordenadas Parciales - Circuito I

DATOS DE CAMPO		CORRECCIÓN DE ANGULO					AZIMUT CORREGIDO				
Vértice	compensación	Angulo horizontal corregido EQUIVALENTE			ANGULO HORIZONTAL EN RADIANES (A)	AZIMUT RESULTANTE ANTERIOR + ANGULO	AZIMUT RESULTANTE (Z<360)	Azimut Calculado EQUIVALENTE			
		Grados	Minutos	Segundos				Grados	Minutos	Segundos	
CUS04102											
CUS04103	-0.477	181	37	26.523	181.624034	420.137916	60.137916	60	8	16.50	
A	-0.477	166	8	30.523	166.141812	406.279728	46.279728	46	16	47.02	
B	-0.477	263	35	17.523	263.588201	489.867929	129.867929	129	52	4.54	
C	-0.477	135	18	26.523	135.307368	445.175296	85.175296	85	10	31.07	
D	-0.477	152	23	29.523	152.391534	417.566830	57.566830	57	34	0.59	
E	-0.477	83	41	0.523	83.683479	321.250309	321.250309	321	15	1.11	
F	-0.477	160	20	34.523	160.342923	661.593232	301.593232	301	35	35.64	
G	-0.477	224	19	3.523	224.317645	705.910877	345.910877	345	54	39.16	
H	-0.477	87	42	41.523	87.711534	613.622412	253.622412	253	37	20.68	
I	-0.477	258	12	52.523	258.214590	691.837001	331.837001	331	50	13.20	
J	-0.477	112	46	49.523	112.780423	624.617424	264.617424	264	37	2.73	
CUS04104	-0.477	216	9	25.523	216.157090	660.774514	300.774514	300	46	28.25	
CUS04105	-5.724						300.7745131	300	46	28.25	

Tabla 33

Compensación Lineal y Cálculo de Coordenadas Absolutas - Circuito I

DATOS DE CAMPO			COORDENADAS TOPOGRÁFICAS CALCULADAS				COORDENADAS TOPOGRÁFICAS CALCULADAS					
Vértice	Lado	Distancia	Proyecciones		Coordenadas Calculadas		compensación		proyecciones corregidas		Coordenadas Corregidas	
			ΔEt	ΔNt	Et	Nt	ΔEc	ΔNc	ΔE	ΔN	Et	Nt
CUS04102	CUS04102-CUS04103											
CUS04103	CUS04103-A	395.604			183009.735	8558082.891					183009.735	8558082.891
A	A-B	276.602	343.078	196.977	183352.813	8558279.868	-0.006	0.016	343.072	196.993	183352.807	8558279.884
B	B-C	118.700	199.907	191.170	183552.720	8558471.038	-0.004	0.011	199.903	191.181	183552.710	8558471.065
C	C-D	207.931	91.105	-76.089	183643.825	8558394.949	-0.002	0.005	91.103	-76.084	183643.813	8558394.981
D	D-E	400.276	207.194	17.489	183851.019	8558412.438	-0.003	0.008	207.191	17.497	183851.004	8558412.478
E	E-F	403.413	337.840	214.674	184188.859	8558627.112	-0.007	0.016	337.833	214.690	184188.837	8558627.168
F	F-G	515.233	-252.504	314.617	183936.355	8558941.729	-0.007	0.016	-252.511	314.633	183936.326	8558941.801
G	G-H	151.165	-438.870	269.923	183497.485	8559211.652	-0.008	0.021	-438.878	269.944	183497.448	8559211.745
H	H-I	409.750	-36.798	146.618	183460.687	8559358.269	-0.002	0.006	-36.800	146.624	183460.648	8559358.369
I	I-J	344.442	-393.124	-115.536	183067.563	8559242.734	-0.007	0.017	-393.131	-115.519	183067.517	8559242.850
J	J-CUS04104	455.623	-162.570	303.663	182904.993	8559546.397	-0.006	0.014	-162.576	303.677	182904.941	8559546.527
CUS04104	CUS04104-CUS04105		-453.614	-42.740	182451.379	8559503.657	-0.008	0.020	-453.622	-42.720	182451.319	8559503.807
CUS04104 convertido de geodésico a topográfico					182451.319	8559503.807					182451.319	8559503.807
		Longitud total	3678.739				-0.060	0.150				
				Ex ; Ey =	0.060	-0.150						
				ε =	0.162							
				Er =	1/ 22742							
				Tolerancia =	1/ 5000							

Tabla 34

Cálculo de Azimut y Error Angular - Circuito II

Vértice	DATOS DE CAMPO			CALCULO DE AZIMUT MEDIDO		
	Ángulo Horizontal			Distancia	Azimut Calculado EQUIVALENTE	
	Grados	Minutos	Segundos		Grados	Minutos
CUS04104				CUS04104-CUS04105	300	46
CUS04105	178	42	27	CUS04105-K	299	28
K	156	25	42	K-L	275	54
L	270	42	47	L-M	6	37
M	132	31	17	M-N	319	8
N	214	8	28	N-Ñ	353	17
Ñ	118	56	4	Ñ-O	292	13
O	208	42	49	O-P	320	56
P	233	38	22	P-Q	14	34
Q	112	48	44	Q-R	307	23
R	258	21	32	R-CUS04106	25	44
CUS04106	186	42	8	CUS04106-CUS04107	359.933	41.802
CUS04107				CUS04106-CUS04107 de geodésicos	153.766	49.802
				Longitud total	4466.798	44.110
					Ec =	5.69
					Ec permitido =	6.63
					$E_c \text{ permitido} = K * \sqrt{n}$	

Tabla 35

Compensación de Ángulos y Cálculo de Coordenadas Parciales - Circuito II

DATOS DE CAMPO		CORRECCIÓN DE ANGULO					AZIMUT CORREGIDO				
Vértice	compensación	Angulo horizontal corregido EQUIVALENTE			ANGULO HORIZONTAL EN RADIANES (A)	AZIMUT RESULTANTE ANTERIOR + ANGULO	AZIMUT RESULTANTE (Z<360)	Azimut Calculado EQUIVALENTE			
		Grados	Minutos	Segundos				Grados	Minutos	Segundos	
CUS04104											
CUS04105	-0.517	178	42	26.483	178.707356	299.482302	299.4823015	299	28	56.29	
K	-0.517	156	25	41.483	156.428190	275.910491	275.9104912	275	54	37.77	
L	-0.517	270	42	46.483	270.712912	366.623403	6.6234032	6	37	24.25	
M	-0.517	132	31	16.483	132.521245	319.144648	319.1446485	319	8	40.73	
N	-0.517	214	8	27.483	214.140968	353.285616	353.2856160	353	17	8.22	
Ñ	-0.517	118	56	3.483	118.934301	292.219917	292.2199168	292	13	11.70	
O	-0.517	208	42	48.483	208.713468	320.933384	320.9333843	320	56	0.18	
P	-0.517	233	38	21.483	233.639301	374.572685	14.5726851	14	34	21.67	
Q	-0.517	112	48	43.483	112.812079	307.384764	307.3847637	307	23	5.15	
R	-0.517	258	21	31.483	258.358745	385.743509	25.7435090	25	44	36.63	
CUS04106	-0.517	186	42	7.483	186.702079	32.445588	32.4455876	32	26	44.12	
CUS04107							32.4455860	32	26	44.11	
		-5.687									

Tabla 36

Compensación Lineal y Cálculo de Coordenadas Absolutas - Circuito II

DATOS DE CAMPO			COORDENADAS TOPOGRÁFICAS CALCULADAS				COORDENADAS TOPOGRÁFICAS CALCULADAS					
Vértice	Lado	Distancia	Proyecciones		Coordenadas Calculadas		compensación		proyecciones corregidas		Coordenadas Corregidas	
			ΔE_t	ΔN_t	E_t	N_t	ΔE_c	ΔN_c	ΔE	ΔN	E_t	N_t
CUS04104	CUS04104-CUS04105											
CUS04105	CUS04105-K	442.478			182313.734	8559586.034					182313.734	8559586.034
K	K-L	582.850	-385.1805	217.7676	181928.554	8559803.802	0.024	-0.012	-385.157	217.756	181928.577	8559803.790
L	L-M	775.475	-579.7516	60.0188	181348.802	8559863.820	0.031	-0.016	-579.721	60.003	181348.856	8559863.793
M	M-N	466.212	89.4455	770.2993	181438.247	8560634.120	0.041	-0.021	89.487	770.278	181438.343	8560634.071
N	N-Ñ	443.274	-304.9733	352.6257	181133.274	8560986.745	0.025	-0.012	-304.948	352.614	181133.395	8560986.685
Ñ	Ñ-O	523.212	-51.8276	440.2337	181081.447	8561426.979	0.024	-0.012	-51.804	440.222	181081.591	8561426.907
O	O-P	227.376	-484.3579	197.8592	180597.089	8561624.838	0.028	-0.014	-484.330	197.845	180597.261	8561624.752
P	P-Q	112.247	-143.2977	176.5379	180453.791	8561801.376	0.012	-0.006	-143.286	176.532	180453.975	8561801.284
Q	Q-R	379.975	28.2422	108.6359	180482.033	8561910.012	0.006	-0.003	28.248	108.633	180482.223	8561909.917
R	R-CUS04106	359.933	-301.9191	230.7074	180180.114	8562140.720	0.020	-0.010	-301.899	230.697	180180.324	8562140.614
CUS04106	CUS04106-CUS04107		156.3345	324.2087	180336.449	8562464.928	0.019	-0.010	156.354	324.199	180336.678	8562464.813
CUS04106 convertido de geodésico a topográfico					180336.678	8562464.813					180336.678	8562464.813
Longitud total		4313.032					0.230	-0.116				
			$\epsilon_x ; \epsilon_y =$		-0.229	0.115						
			$\epsilon =$			0.257						
			$E_r =$		1/	16796						
			Tolerancia =		1/	5000						

Tabla 37

Cálculo de Azimut y Error Angular - Circuito III

Vértice	DATOS DE CAMPO			CALCULO DE AZIMUT MEDIDO		
	Ángulo Horizontal			Distancia	Azimut Calculado EQUIVALENTE	
	Grados	Minutos	Segundos		Grados	Minutos
CUS04106				CUS04106-CUS04107	32	26
CUS04107	90	8	34	CUS04107-S	347.371	302
S	239	36	25	S-T	593.951	362
T	108	7	27	T-U	324.251	290
U	202	36	1	U-V	465.227	312
V	133	39	59	V-W	570.915	266
W	265	2	38	W-X	288.794	351
X	126	35	17	X-Y	491.214	298
Y	213	2	25	Y-Z	429.494	331
Z	137	33	53	Z-CUS04108	423.432	288
CUS04108	143	18	31	CUS04108-CUS04109	249.572	252
CUS04109				CUS04108-CUS04109 de geodésicos		252
				Longitud total	4184.221	
					Ec =	4.62
					Ec permitido =	6.32
					$E_c \text{ permitido} = K * \sqrt{n}$	

Tabla 38

Compensación de Ángulos y Cálculo de Coordenadas Parciales - Circuito III

DATOS DE CAMPO		CORRECCIÓN DE ANGULO						AZIMUT CORREGIDO					
Vértice	compensación	Angulo horizontal corregido EQUIVALENTE			ANGULO HORIZONTAL EN RADIANES (A)	AZIMUT RESULTANTE ANTERIOR + ANGULO	AZIMUT RESULTANTE (Z<360)	Azimut Calculado EQUIVALENTE			Grados	Minutos	Segundos
		Grados	Minutos	Segundos				Grados	Minutos	Segundos			
CUS04106													
CUS04107	-0.462	90	8	33.54	90.142649	302.587407	302.587407	302	35	14.66			
S	-0.462	239	36	24.54	239.606816	722.194223	362.194223	362	11	39.20			
T	-0.462	108	7	26.54	108.124038	650.318261	290.318261	290	19	5.74			
U	-0.462	202	36	0.54	202.600149	672.918410	312.918410	312	55	6.28			
V	-0.462	133	39	58.54	133.666261	626.584671	266.584671	266	35	4.82			
W	-0.462	265	2	37.54	265.043761	711.628432	351.628432	351	37	42.35			
X	-0.462	126	35	16.54	126.587927	658.216359	298.216359	298	12	58.89			
Y	-0.462	213	2	24.54	213.040149	691.256508	331.256508	331	15	23.43			
Z	-0.462	137	33	52.54	137.564594	648.821102	288.821102	288	49	15.97			
CUS04108	-0.462	143	18	30.54	143.308483	612.129585	252.129585	252	7	46.51			
CUS04109	-4.620							252	7	46.51			

Tabla 39

Compensación Lineal y Cálculo de Coordenadas Absolutas - Circuito III

DATOS DE CAMPO			COORDENADAS TOPOGRÁFICAS CALCULADAS				COORDENADAS TOPOGRÁFICAS CALCULADAS			
Vértice	Lado	Distancia	Proyecciones		Coordenadas Calculadas		compensación		proyecciones corregidas	
			ΔEt	ΔNt	Et	Nt	ΔEc	ΔNc	ΔE	ΔN
CUS04106	CUS04106-CUS04107									
CUS04107	CUS04107-S	347.371			180418.715	8562595.289				
S	S-T	593.951	-292.6847	187.0890	180126.030	8562782.378	-0.008	0.013	-292.693	187.102
T	T-U	324.251	22.7406	593.5155	180148.771	8563375.894	-0.013	0.023	22.728	593.539
U	U-V	465.227	-304.0756	112.5912	179844.695	8563488.485	-0.007	0.012	-304.083	112.603
V	V-W	570.915	-340.6970	316.7992	179503.998	8563805.284	-0.010	0.018	-340.707	316.817
W	W-X	288.794	-569.9010	-34.0114	178934.097	8563771.273	-0.013	0.022	-569.914	-33.989
X	X-Y	491.214	-42.0461	285.7168	178892.051	8564056.989	-0.006	0.011	-42.052	285.728
Y	Y-Z	429.494	-432.8423	232.2471	178459.209	8564289.236	-0.011	0.019	-432.853	232.266
Z	Z-CUS04108	423.432	-206.5390	376.5723	178252.670	8564665.809	-0.009	0.016	-206.548	376.588
CUS04108	CUS04108-CUS04109		-400.7913	136.6052	177851.879	8564802.414	-0.010	0.016	-400.801	136.621
CUS04108 convertido de geodésico a topográfico					177851.792	8564802.564				
Longitud total			3934.649				-0.087	0.150		
					$\epsilon_x ; \epsilon_y =$	0.087	-0.150			
					$\epsilon =$		0.173			
					$\epsilon_r =$	1/	22706			
					Tolerancia =	1/	5000			

7.3.3.3. Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM

Tabla 40

Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM – Circuito I

Coordenadas Topográficas					Coordenadas UTM Convertidas		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	3808.966	182884.081	8558005.932	3808.966
2	CUS04103	183009.735	8558082.891	3804.451	183009.766	8558082.910	3804.451
3	A	183352.807	8558279.884	3834.918	183352.920	8558279.950	3834.918
4	B	183552.710	8558471.065	3858.85	183552.870	8558471.175	3858.850
5	C	183643.813	8558394.981	3895.61	183643.992	8558395.071	3895.610
6	D	183851.004	8558412.478	3925.508	183851.229	8558412.571	3925.508
7	E	184188.837	8558627.168	3964.378	184189.136	8558627.306	3964.378
8	F	183936.326	8558941.801	4012.716	183936.566	8558942.008	4012.716
9	G	183497.448	8559211.745	4039.66	183497.591	8559212.013	4039.660
10	H	183460.648	8559358.369	4087.035	183460.783	8559358.665	4087.035
11	I	183067.517	8559242.850	4110.939	183067.563	8559243.122	4110.939
12	J	182904.941	8559546.527	4054.363	182904.955	8559546.875	4054.363
13	CUS04104	182451.319	8559503.807	4039.993	182451.229	8559504.152	4039.993
14	CUS04105	182313.825	8559585.687	4051.135	182313.705	8559586.051	4051.135

Tabla 41

Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM – Circuito II

Coordenadas Topográficas					Coordenadas UTM Convertidas		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura
1	CUS04104	182451.229	8559504.152	4039.993	182451.229	8559504.152	4039.993
2	CUS04105	182313.734	8559586.034	4051.135	182313.705	8559586.051	4051.135
3	K	181928.577	8559803.790	4082.061	181928.467	8559803.854	4082.061
4	L	181348.856	8559863.793	4129.241	181348.626	8559863.870	4129.241
5	M	181438.343	8560634.071	4046.323	181438.130	8560634.319	4046.323
6	N	181133.395	8560986.685	4033.56	181133.116	8560987.016	4033.560
7	Ñ	181081.591	8561426.907	4020.616	181081.305	8561427.339	4020.616
8	O	180597.261	8561624.752	4042.591	180596.872	8561625.233	4042.591
9	P	180453.975	8561801.284	3991.335	180453.549	8561801.816	3991.335
10	Q	180482.223	8561909.917	3976.207	180481.803	8561910.477	3976.207
11	R	180180.324	8562140.614	3940.829	180179.831	8562141.241	3940.829
12	CUS04106	180336.678	8562464.813	3893.837	180336.222	8562465.525	3893.837
13	CUS04107	180419.173	8562594.576	3872.052	180418.736	8562595.322	3872.052

Tabla 42

Transformación de Coordenadas Topográficas a UTM – Circuito III

Coordenadas Topográficas					Coordenadas UTM		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura
1	CUS04106	180336.222	8562465.525	3893.837	180336.222	8562465.525	3893.837
2	CUS04107	180418.715	8562595.289	3872.052	180418.736	8562595.322	3872.052
3	S	180126.022	8562782.391	3845.421	180125.968	8562782.473	3845.421
4	T	180148.750	8563375.930	3835.353	180148.705	8563376.165	3835.353
5	U	179844.667	8563488.533	3839.379	179844.544	8563488.799	3839.379
6	V	179503.960	8563805.350	3897.847	179503.755	8563805.696	3897.847
7	W	178934.046	8563771.361	3946.778	178933.698	8563771.699	3946.778
8	X	178891.994	8564057.089	3965.032	178891.640	8564057.499	3965.032
9	Y	178459.141	8564289.355	4001.818	178458.683	8564289.826	4001.818
10	Z	178252.593	8564665.943	4023.739	178252.091	8564666.511	4023.739
11	CUS04108	177851.792	8564802.564	4064.471	177851.197	8564803.167	4064.471
12	CUS04109	177614.261	8564725.979	4130.85	177613.617	8564726.555	4130.850

7.3.4. Técnicas de Análisis de Datos

7.3.4.1. Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs coordenadas UTM - RTK

Tabla 43

Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs coordenadas UTM - RTK– Circuito I

Punto	Código	Coordenadas UTM convertidas			Coordenadas UTM RTK			A BASE (Km)	LONGITUD Discrepancia
		Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura		
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	3808.966	182884.086	8558005.927	3808.966	0.000	0.007
2	CUS04103	183009.766	8558082.910	3804.451	183009.772	8558082.900	3804.451	0.147	0.012
3	A	183352.920	8558279.950	3834.918	183352.931	8558279.956	3834.918	0.543	0.013
4	B	183552.870	8558471.175	3858.85	183552.884	8558471.188	3858.850	0.815	0.019
5	C	183643.992	8558395.071	3895.61	183644.008	8558395.085	3895.610	0.854	0.021
6	D	183851.229	8558412.571	3925.508	183851.234	8558412.562	3925.508	1.049	0.010
7	E	184189.136	8558627.306	3964.378	184189.159	8558627.308	3964.378	1.445	0.023
8	F	183936.566	8558942.008	4012.716	183936.575	8558942.018	4012.716	1.409	0.013
9	G	183497.591	8559212.013	4039.66	183497.602	8559212.027	4039.660	1.353	0.018
10	H	183460.783	8559358.665	4087.035	183460.792	8559358.668	4087.035	1.471	0.009
11	I	183067.563	8559243.122	4110.939	183067.579	8559243.119	4110.939	1.251	0.016
12	J	182904.955	8559546.875	4054.363	182904.974	8559546.892	4054.363	1.541	0.025

Tabla 44

Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs Coordenadas UTM - RTK – Circuito II

Punto	Código	Coordenadas UTM convertidas			Coordenadas UTM RTK			LONGITUD A BASE (Km)	Discrepancia
		Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura		
1	CUS04104	182451.229	8559504.152	4039.993	182451.233	8559504.142	4039.993	0.000	0.011
2	CUS04105	182313.705	8559586.051	4051.135	182313.709	8559586.042	4051.135	0.160	0.010
3	K	181928.467	8559803.854	4082.061	181928.458	8559803.867	4082.061	0.603	0.016
4	L	181348.626	8559863.870	4129.241	181348.608	8559863.886	4129.241	1.160	0.024
5	M	181438.130	8560634.319	4046.323	181438.138	8560634.331	4046.323	1.518	0.014
6	N	181133.116	8560987.016	4033.56	181133.095	8560986.998	4033.560	1.984	0.028
7	Ñ	181081.305	8561427.339	4020.616	181081.294	8561427.329	4020.616	2.361	0.015
8	O	180596.872	8561625.233	4042.591	180596.843	8561625.228	4042.591	2.817	0.029
9	P	180453.549	8561801.816	3991.335	180453.532	8561801.803	3991.335	3.045	0.021
10	Q	180481.803	8561910.477	3976.207	180481.809	8561910.488	3976.207	3.110	0.013
11	R	180179.831	8562141.241	3940.829	180179.813	8562141.216	3940.829	3.480	0.031

Tabla 45

Comparación Coordenadas UTM Convertidas vs RTK – Circuito III

Punto	Código	Coordenadas UTM convertidas			Coordenadas UTM RTK			LONGITUD A BASE (Km)	Discrepancia
		Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura		
1	CUS04106	180336.222	8562465.525	3893.837	180336.218	8562465.521	3893.837	0.000	0.006
2	CUS04107	180418.736	8562595.322	3872.052	180418.723	8562595.328	3872.052	0.154	0.014
3	S	180125.968	8562782.473	3845.421	180125.978	8562782.462	3845.421	0.380	0.015
4	T	180148.705	8563376.165	3835.353	180148.717	8563376.154	3835.353	0.930	0.016
5	U	179844.544	8563488.799	3839.379	179844.562	8563488.808	3839.379	1.135	0.020
6	V	179503.755	8563805.696	3897.847	179503.768	8563805.708	3897.847	1.578	0.018
7	W	178933.698	8563771.699	3946.778	178933.691	8563771.676	3946.778	1.917	0.024
8	X	178891.640	8564057.499	3965.032	178891.623	8564057.488	3965.032	2.150	0.020
9	Y	178458.683	8564289.826	4001.818	178458.694	8564289.848	4001.818	2.618	0.025
10	Z	178252.091	8564666.511	4023.739	178252.107	8564666.489	4023.739	3.031	0.027
11	CUS04108	177851.197	8564803.167	4064.471	177851.181	8564803.149	4064.471	3.412	0.024
12	CUS04109	177613.617	8564726.555	4130.85	177613.605	8564726.566	4130.850	3.539	0.016

7.3.4.2. Comparación Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas

Tabla 46

Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Circuito I

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Distancia de cuadricula		Diferencia de coordenadas		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte	Lado	Desde base (KM)	ΔEste	ΔNorte	Resultante
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	182884.081	8558005.932		0.000	0.000	0.000	0.000
2	CUS04103	183009.735	8558082.891	183009.766	8558082.910	CUS04102-CUS04103	0.147	0.031	0.019	0.036
3	A	183352.807	8558279.884	183352.920	8558279.950	CUS04102-A	0.543	0.113	0.066	0.131
4	B	183552.710	8558471.065	183552.870	8558471.175	CUS04102-B	0.815	0.160	0.110	0.194
5	C	183643.813	8558394.981	183643.992	8558395.071	CUS04102-C	0.854	0.179	0.090	0.200
6	D	183851.004	8558412.478	183851.229	8558412.571	CUS04102-D	1.049	0.225	0.093	0.243
7	E	184188.837	8558627.168	184189.136	8558627.306	CUS04102-E	1.445	0.299	0.138	0.329
8	F	183936.326	8558941.801	183936.566	8558942.008	CUS04102-F	1.409	0.240	0.207	0.317
9	G	183497.448	8559211.745	183497.591	8559212.013	CUS04102-G	1.353	0.143	0.268	0.304
10	H	183460.648	8559358.369	183460.783	8559358.665	CUS04102-H	1.471	0.135	0.296	0.325
11	I	183067.517	8559242.850	183067.563	8559243.122	CUS04102-I	1.251	0.046	0.272	0.276
12	J	182904.941	8559546.527	182904.955	8559546.875	CUS04102-J	1.541	0.014	0.348	0.348
13	CUS04104	182451.319	8559503.807	182451.229	8559504.152	CUS04102-CUS04104	1.559	-0.090	0.345	0.357
14	CUS04105	182313.825	8559585.687	182313.705	8559586.051	CUS04102-CUS04105	1.680	-0.120	0.364	0.384

Tabla 47

Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Circuito II

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Distancia de cuadrícula		Diferencia de coordenadas		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte	Lado	Desde base (KM)	ΔEste	Δnorte	Resultante
1	CUS04104	182451.229	8559504.152	182451.229	8559504.152		0.000	0.000	0.000	0.000
2	CUS04105	182313.734	8559586.034	182313.705	8559586.051	CUS04104-CUS04105	0.160	-0.029	0.017	0.034
3	K	181928.577	8559803.790	181928.467	8559803.854	CUS04104-K	0.603	-0.110	0.064	0.127
4	L	181348.856	8559863.793	181348.626	8559863.870	CUS04104-L	1.160	-0.230	0.077	0.243
5	M	181438.343	8560634.071	181438.130	8560634.319	CUS04104-M	1.518	-0.213	0.248	0.327
6	N	181133.395	8560986.685	181133.116	8560987.016	CUS04104-N	1.984	-0.279	0.331	0.433
7	Ñ	181081.591	8561426.907	181081.305	8561427.339	CUS04104-Ñ	2.361	-0.286	0.432	0.518
8	O	180597.261	8561624.752	180596.872	8561625.233	CUS04104-O	2.817	-0.389	0.481	0.619
9	P	180453.975	8561801.284	180453.549	8561801.816	CUS04104-P	3.045	-0.426	0.532	0.682
10	Q	180482.223	8561909.917	180481.803	8561910.477	CUS04104-Q	3.110	-0.420	0.560	0.700
11	R	180180.324	8562140.614	180179.831	8562141.241	CUS04104-R	3.480	-0.493	0.627	0.798
12	CUS04106	180336.678	8562464.813	180336.222	8562465.525	CUS04104-CUS04106	3.639	-0.456	0.712	0.846
13	CUS04107	180419.173	8562594.576	180418.736	8562595.322	CUS04104-CUS04107	3.700	-0.437	0.746	0.865

Tabla 48

Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Circuito III

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Distancia de cuadrícula		Diferencia de coordenadas		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte	Lado	Desde base (KM)	ΔEste	ΔNorte	Resultante
1	CUS04106	180336.222	8562465.525	180336.222	8562465.525		0.000	0.000	0.000	0.000
2	CUS04107	180418.715	8562595.289	180418.736	8562595.322	Código-CUS04107	0.154	0.021	0.033	0.039
3	S	180126.022	8562782.391	180125.968	8562782.473	Código-S	0.380	-0.054	0.082	0.098
4	T	180148.750	8563375.930	180148.705	8563376.165	Código-T	0.930	-0.045	0.235	0.239
5	U	179844.667	8563488.533	179844.544	8563488.799	Código-U	1.135	-0.123	0.266	0.293
6	V	179503.960	8563805.350	179503.755	8563805.696	Código-V	1.578	-0.205	0.346	0.402
7	W	178934.046	8563771.361	178933.698	8563771.699	Código-W	1.917	-0.348	0.338	0.485
8	X	178891.994	8564057.089	178891.640	8564057.499	Código-X	2.150	-0.354	0.410	0.542
9	Y	178459.141	8564289.355	178458.683	8564289.826	Código-Y	2.618	-0.458	0.471	0.657
10	Z	178252.593	8564665.943	178252.091	8564666.511	Código-Z	3.031	-0.502	0.568	0.758
11	CUS04108	177851.792	8564802.564	177851.197	8564803.167	Código-CUS04108	3.412	-0.595	0.603	0.848
12	CUS04109	177614.261	8564725.979	177613.617	8564726.555	Código-CUS04109	3.539	-0.644	0.576	0.864

7.3.4.3. Comparación Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica

Tabla 49

Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Circuito I

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Lado	Distancia de cuadricula (m)	Distancia topográfica (m)	diferencia (m)
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte				
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	182884.081	8558005.932		0.000	0.000	0.000
2	CUS04103	183009.735	8558082.891	183009.766	8558082.910	CUS04102- CUS04103	147.385	147.349	0.036
3	A	183352.807	8558279.884	183352.920	8558279.950	CUS04102-A	543.043	542.912	0.131
4	B	183552.710	8558471.065	183552.870	8558471.175	CUS04102-B	814.696	814.502	0.194
5	C	183643.813	8558394.981	183643.992	8558395.071	CUS04102-C	853.753	853.552	0.201
6	D	183851.004	8558412.478	183851.229	8558412.571	CUS04102-D	1049.157	1048.914	0.243
7	E	184188.837	8558627.168	184189.136	8558627.306	CUS04102-E	1445.432	1445.103	0.329
8	F	183936.326	8558941.801	183936.566	8558942.008	CUS04102-F	1408.532	1408.215	0.317
9	G	183497.448	8559211.745	183497.591	8559212.013	CUS04102-G	1353.154	1352.850	0.304
10	H	183460.648	8559358.369	183460.783	8559358.665	CUS04102-H	1470.535	1470.209	0.326
11	I	183067.517	8559242.850	183067.563	8559243.122	CUS04102-I	1250.722	1250.446	0.276
12	J	182904.941	8559546.527	182904.955	8559546.875	CUS04102-J	1541.084	1540.736	0.348
13	CUS04104	182451.319	8559503.807	182451.229	8559504.152	CUS04102- CUS04104	1559.495	1559.138	0.357
14	CUS04105	182313.825	8559585.687	182313.705	8559586.051	CUS04102- CUS04105	1679.912	1679.529	0.383

Tabla 50

Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Circuito II

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Lado	Distancia de cuadricula (m)	Distancia topográfica (m)	diferencia (m)
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte				
1	CUS04104	182451.229	8559504.152	182451.229	8559504.152		0.000	0.000	0.000
2	CUS04105	182313.734	8559586.034	182313.705	8559586.051	CUS04104- CUS04105	160.063	160.030	0.033
3	K	181928.577	8559803.790	181928.467	8559803.854	CUS04104-K	602.579	602.452	0.127
4	L	181348.856	8559863.793	181348.626	8559863.870	CUS04104-L	1159.798	1159.555	0.243
5	M	181438.343	8560634.071	181438.130	8560634.319	CUS04104-M	1517.777	1517.450	0.327
6	N	181133.395	8560986.685	181133.116	8560987.016	CUS04104-N	1984.013	1983.580	0.433
7	Ñ	181081.591	8561426.907	181081.305	8561427.339	CUS04104-Ñ	2361.216	2360.698	0.518
8	O	180597.261	8561624.752	180596.872	8561625.233	CUS04104-O	2817.379	2816.761	0.618
9	P	180453.975	8561801.284	180453.549	8561801.816	CUS04104-P	3044.665	3043.984	0.681
10	Q	180482.223	8561909.917	180481.803	8561910.477	CUS04104-Q	3109.508	3108.808	0.700
11	R	180180.324	8562140.614	180179.831	8562141.241	CUS04104-R	3480.444	3479.647	0.797
12	CUS04106	180336.678	8562464.813	180336.222	8562465.525	CUS04104- CUS04106	3639.091	3638.247	0.844
13	CUS04107	180419.173	8562594.576	180418.736	8562595.322	CUS04104- CUS04107	3699.508	3698.645	0.863

Tabla 51

Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Circuito III

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Lado	Distancia de cuadricula (m)	Distancia topográfica (m)	diferencia (m)
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte				
1	CUS04106	180336.222	8562465.525	180336.222	8562465.525		0.000	0.000	0.000
2	CUS04107	180418.715	8562595.289	180418.736	8562595.322	CUS04106- CUS04107	153.804	153.765	0.039
3	S	180126.022	8562782.391	180125.968	8562782.473	CUS04106-S	380.345	380.247	0.098
4	T	180148.750	8563375.930	180148.705	8563376.165	CUS04106-T	929.746	929.507	0.239
5	U	179844.667	8563488.533	179844.544	8563488.799	CUS04106-U	1135.269	1134.977	0.292
6	V	179503.960	8563805.350	179503.755	8563805.696	CUS04106-V	1577.675	1577.273	0.402
7	W	178934.046	8563771.361	178933.698	8563771.699	CUS04106-W	1916.550	1916.065	0.485
8	X	178891.994	8564057.089	178891.640	8564057.499	CUS04106-X	2149.697	2149.156	0.541
9	Y	178459.141	8564289.355	178458.683	8564289.826	CUS04106-Y	2617.867	2617.210	0.657
10	Z	178252.593	8564665.943	178252.091	8564666.511	CUS04106-Z	3031.162	3030.404	0.758
11	CUS04108	177851.792	8564802.564	177851.197	8564803.167	CUS04106- CUS04108	3411.733	3410.886	0.847
12	CUS04109	177614.261	8564725.979	177613.617	8564726.555	CUS04106- CUS04109	3539.044	3538.181	0.863

7.3.4.4. Análisis entre Coordenadas UTM y Topográficas del Total de Puntos Medidos en la Investigación

Tabla 52

Conversión de Coordenadas UTM a Topográficas del Total de Puntos

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas			
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Este	Norte	Altura
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	3808.966	182884.081	8558005.932	3808.966
2	CUS04103	183009.735	8558082.891	3804.451	183009.766	8558082.910	3804.451
3	A	183352.807	8558279.884	3834.918	183352.920	8558279.950	3834.918
4	B	183552.710	8558471.065	3858.85	183552.870	8558471.175	3858.850
5	C	183643.813	8558394.981	3895.61	183643.992	8558395.071	3895.610
6	D	183851.004	8558412.478	3925.508	183851.229	8558412.571	3925.508
7	E	184188.837	8558627.168	3964.378	184189.136	8558627.306	3964.378
8	F	183936.326	8558941.801	4012.716	183936.566	8558942.008	4012.716
9	G	183497.448	8559211.745	4039.66	183497.591	8559212.013	4039.660
10	H	183460.648	8559358.369	4087.035	183460.783	8559358.665	4087.035
11	I	183067.517	8559242.850	4110.939	183067.563	8559243.122	4110.939
12	J	182904.941	8559546.527	4054.363	182904.955	8559546.875	4054.363
13	CUS04104	182451.319	8559503.807	4039.993	182451.229	8559504.152	4039.993
14	CUS04105	182313.823	8559585.688	4051.135	182313.705	8559586.051	4051.135
15	K	181928.665	8559803.441	4082.061	181928.467	8559803.854	4082.061
16	L	181348.943	8559863.440	4129.241	181348.626	8559863.870	4129.241
17	M	181438.425	8560633.718	4046.323	181438.130	8560634.319	4046.323
18	N	181133.474	8560986.330	4033.56	181133.116	8560987.016	4033.560
19	Ñ	181081.667	8561426.552	4020.616	181081.305	8561427.339	4020.616
20	O	180597.335	8561624.393	4042.591	180596.872	8561625.233	4042.591
21	P	180454.048	8561800.924	3991.335	180453.549	8561801.816	3991.335
22	Q	180482.295	8561909.557	3976.207	180481.803	8561910.477	3976.207
23	R	180180.394	8562140.252	3940.829	180179.831	8562141.241	3940.829
24	CUS04106	180336.746	8562464.452	3893.837	180336.222	8562465.525	3893.837
25	CUS04107	180419.240	8562594.216	3872.052	180418.736	8562595.322	3872.052
26	S	180126.548	8562781.320	3845.421	180125.968	8562782.473	3845.421
27	T	180149.280	8563374.858	3835.353	180148.705	8563376.165	3835.353
28	U	179845.198	8563487.464	3839.379	179844.544	8563488.799	3839.379
29	V	179504.493	8563804.283	3897.847	179503.755	8563805.696	3897.847
30	W	178934.579	8563770.298	3946.778	178933.698	8563771.699	3946.778
31	X	178892.529	8564056.026	3965.032	178891.640	8564057.499	3965.032
32	Y	178459.677	8564288.295	4001.818	178458.683	8564289.826	4001.818
33	Z	178253.132	8564664.885	4023.739	178252.091	8564666.511	4023.739
34	CUS04108	177852.332	8564801.508	4064.471	177851.197	8564803.167	4064.471
35	CUS04109	177614.800	8564724.925	4130.85	177613.617	8564726.555	4130.850

Tabla 53

Distancia de Cuadrícula vs Diferencia Entre Coordenadas UTM y Topográficas – Total de Puntos

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Distancia de cuadrícula		Diferencia de coordenadas		
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte	Lado	Desde base (KM)	ΔEste	ΔNorte	Resultante
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	182884.081	8558005.932		0.000	0.000	0.000	0.000
2	CUS04103	183009.735	8558082.891	183009.766	8558082.910	CUS04102-CUS04103	0.147	0.031	0.019	0.036
3	A	183352.807	8558279.884	183352.920	8558279.950	CUS04102-A	0.543	0.113	0.066	0.131
4	B	183552.710	8558471.065	183552.870	8558471.175	CUS04102-B	0.815	0.160	0.110	0.194
5	C	183643.813	8558394.981	183643.992	8558395.071	CUS04102-C	0.854	0.179	0.090	0.200
6	D	183851.004	8558412.478	183851.229	8558412.571	CUS04102-D	1.049	0.225	0.093	0.243
7	E	184188.837	8558627.168	184189.136	8558627.306	CUS04102-E	1.445	0.299	0.138	0.329
8	F	183936.326	8558941.801	183936.566	8558942.008	CUS04102-F	1.409	0.240	0.207	0.317
9	G	183497.448	8559211.745	183497.591	8559212.013	CUS04102-G	1.353	0.143	0.268	0.304
10	H	183460.648	8559358.369	183460.783	8559358.665	CUS04102-H	1.471	0.135	0.296	0.325
11	I	183067.517	8559242.850	183067.563	8559243.122	CUS04102-I	1.251	0.046	0.272	0.276
12	J	182904.941	8559546.527	182904.955	8559546.875	CUS04102-J	1.541	0.014	0.348	0.348
13	CUS04104	182451.319	8559503.807	182451.229	8559504.152	CUS04102-CUS04104	1.559	-0.090	0.345	0.357
14	CUS04105	182313.823	8559585.688	182313.705	8559586.051	CUS04102-CUS04105	1.680	-0.118	0.363	0.382
15	K	181928.665	8559803.441	181928.467	8559803.854	CUS04102-K	2.036	-0.198	0.413	0.458
16	L	181348.943	8559863.440	181348.626	8559863.870	CUS04102-L	2.410	-0.317	0.430	0.535
17	M	181438.425	8560633.718	181438.130	8560634.319	CUS04102-M	3.000	-0.294	0.601	0.669
18	N	181133.474	8560986.330	181133.116	8560987.016	CUS04102-N	3.457	-0.358	0.686	0.774
19	Ñ	181081.667	8561426.552	181081.305	8561427.339	CUS04102-Ñ	3.867	-0.361	0.787	0.866
20	O	180597.335	8561624.393	180596.872	8561625.233	CUS04102-O	4.281	-0.463	0.840	0.959
21	P	180454.048	8561800.924	180453.549	8561801.816	CUS04102-P	4.507	-0.499	0.892	1.022

22	Q	180482.295	8561909.557	180481.803	8561910.477	CUS04102-Q	4.584	-0.492	0.920	1.043
23	R	180180.394	8562140.252	180179.831	8562141.241	CUS04102-R	4.941	-0.563	0.989	1.138
24	CUS04106	180336.746	8562464.452	180336.222	8562465.525	CUS04102-CUS04106	5.136	-0.524	1.073	1.194
25	CUS04107	180419.240	8562594.216	180418.736	8562595.322	CUS04102-CUS04107	5.210	-0.504	1.106	1.216
26	S	180126.548	8562781.320	180125.968	8562782.473	CUS04102-S	5.516	-0.580	1.154	1.291
27	T	180149.280	8563374.858	180148.705	8563376.165	CUS04102-T	6.027	-0.575	1.307	1.428
28	U	179845.198	8563487.464	179844.544	8563488.799	CUS04102-U	6.269	-0.654	1.336	1.487
29	V	179504.493	8563804.283	179503.755	8563805.696	CUS04102-V	6.713	-0.738	1.413	1.594
30	W	178934.579	8563770.298	178933.698	8563771.699	CUS04102-W	6.989	-0.881	1.401	1.655
31	X	178892.529	8564056.026	178891.640	8564057.499	CUS04102-X	7.250	-0.889	1.473	1.720
32	Y	178459.677	8564288.295	178458.683	8564289.826	CUS04102-Y	7.686	-0.994	1.531	1.825
33	Z	178253.132	8564664.885	178252.091	8564666.511	CUS04102-Z	8.113	-1.041	1.626	1.931
34	CUS04108	177852.332	8564801.508	177851.197	8564803.167	CUS04102-CUS04108	8.458	-1.135	1.659	2.010
35	CUS04109	177614.800	8564724.925	177613.617	8564726.555	CUS04102-CUS04109	8.541	-1.183	1.630	2.014

Tabla 54

Distancia de Cuadrícula vs Distancia Topográfica - Total de Puntos

Coordenadas Topográficas				Coordenadas UTM Convertidas		Distancia de cuadricula	Distancia de cuadricula (m)	Distancia topográfica (m)	diferencia (m)
Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte	Lado			
1	CUS04102	182884.081	8558005.932	182884.081	8558005.932		0.000	0.000	0.000
2	CUS04103	183009.735	8558082.891	183009.766	8558082.910	CUS04102-CUS04103	147.385	147.349	0.036
3	A	183352.807	8558279.884	183352.920	8558279.950	CUS04102-A	543.043	542.912	0.131
4	B	183552.710	8558471.065	183552.870	8558471.175	CUS04102-B	814.696	814.502	0.194
5	C	183643.813	8558394.981	183643.992	8558395.071	CUS04102-C	853.753	853.552	0.201
6	D	183851.004	8558412.478	183851.229	8558412.571	CUS04102-D	1049.157	1048.914	0.243
7	E	184188.837	8558627.168	184189.136	8558627.306	CUS04102-E	1445.432	1445.103	0.329
8	F	183936.326	8558941.801	183936.566	8558942.008	CUS04102-F	1408.532	1408.215	0.317
9	G	183497.448	8559211.745	183497.591	8559212.013	CUS04102-G	1353.154	1352.850	0.304
10	H	183460.648	8559358.369	183460.783	8559358.665	CUS04102-H	1470.535	1470.209	0.326
11	I	183067.517	8559242.850	183067.563	8559243.122	CUS04102-I	1250.722	1250.446	0.276
12	J	182904.941	8559546.527	182904.955	8559546.875	CUS04102-J	1541.084	1540.736	0.348
13	CUS04104	182451.319	8559503.807	182451.229	8559504.152	CUS04102-CUS04104	1559.495	1559.138	0.357
14	CUS04105	182313.823	8559585.688	182313.705	8559586.051	CUS04102-CUS04105	1679.912	1679.531	0.381
15	K	181928.665	8559803.441	181928.467	8559803.854	CUS04102-K	2036.105	2035.647	0.458
16	L	181348.943	8559863.440	181348.626	8559863.870	CUS04102-L	2410.302	2409.768	0.534
17	M	181438.425	8560633.718	181438.130	8560634.319	CUS04102-M	2999.865	2999.197	0.668
18	N	181133.474	8560986.330	181133.116	8560987.016	CUS04102-N	3457.274	3456.501	0.773
19	Ñ	181081.667	8561426.552	181081.305	8561427.339	CUS04102-Ñ	3867.302	3866.437	0.865

20	O	180597.335	8561624.393	180596.872	8561625.233	CUS04102-O	4281.433	4280.475	0.958
21	P	180454.048	8561800.924	180453.549	8561801.816	CUS04102-P	4507.352	4506.332	1.020
22	Q	180482.295	8561909.557	180481.803	8561910.477	CUS04102-Q	4584.366	4583.325	1.041
23	R	180180.394	8562140.252	180179.831	8562141.241	CUS04102-R	4941.027	4939.891	1.136
24	CUS04106	180336.746	8562464.452	180336.222	8562465.525	CUS04102-CUS04106	5136.103	5134.912	1.191
25	CUS04107	180419.240	8562594.216	180418.736	8562595.322	CUS04102-CUS04107	5209.647	5208.434	1.213
26	S	180126.548	8562781.320	180125.968	8562782.473	CUS04102-S	5515.662	5514.373	1.289
27	T	180149.280	8563374.858	180148.705	8563376.165	CUS04102-T	6026.747	6025.322	1.425
28	U	179845.198	8563487.464	179844.544	8563488.799	CUS04102-U	6269.020	6267.535	1.485
29	V	179504.493	8563804.283	179503.755	8563805.696	CUS04102-V	6712.963	6711.370	1.593
30	W	178934.579	8563770.298	178933.698	8563771.699	CUS04102-W	6989.249	6987.595	1.654
31	X	178892.529	8564056.026	178891.640	8564057.499	CUS04102-X	7249.900	7248.181	1.719
32	Y	178459.677	8564288.295	178458.683	8564289.826	CUS04102-Y	7685.797	7683.973	1.824
33	Z	178253.132	8564664.885	178252.091	8564666.511	CUS04102-Z	8112.869	8110.939	1.930
34	CUS04108	177852.332	8564801.508	177851.197	8564803.167	CUS04102-CUS04108	8457.678	8455.670	2.008
35	CUS04109	177614.800	8564724.925	177613.617	8564726.555	CUS04102-CUS04109	8540.759	8538.746	2.013

7.3.4.5. Validación de Hipótesis

➤ *Diagramas de Dispersion y Correlación*

Del cuadro 42, 43, 44 se tiene como resumen el siguiente cuadro:

Tabla 55

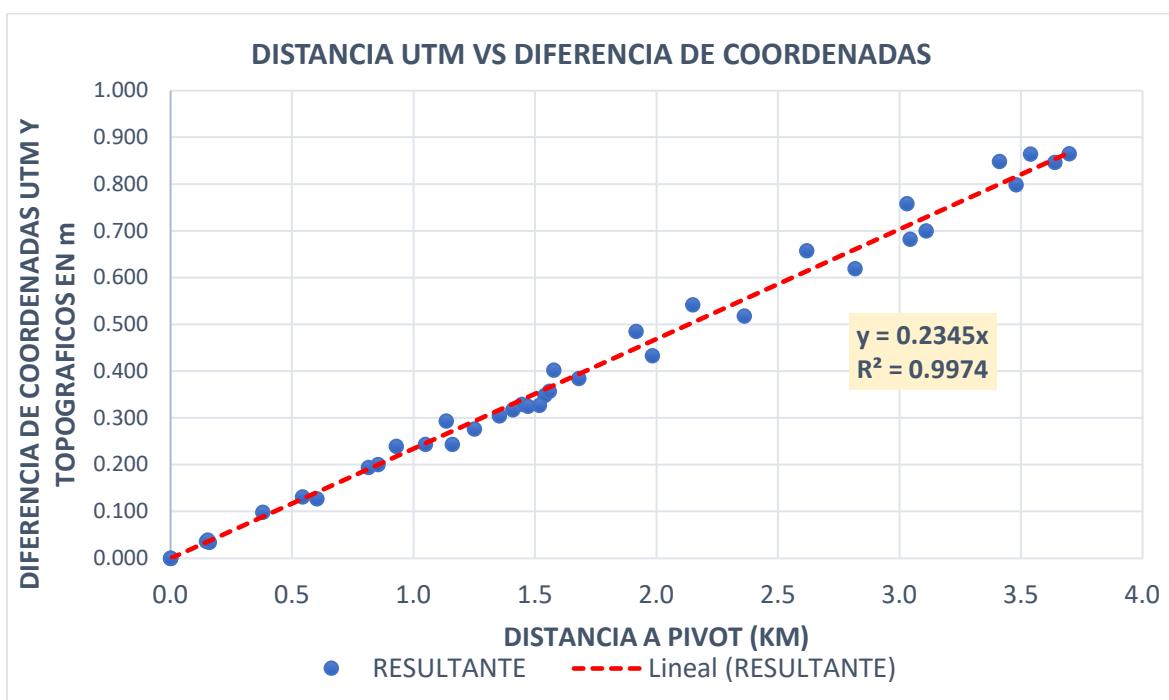
Distancia de Cuadrícula vs diferencia de coordenadas UTM y topográficas por tramos

DIFERENCIA DE COORDENADAS UTM Y TOPOGRÁFICAS (m)					Diferencia de coordenadas
TRAMOS	Punto	Código	Lado	Desde base (KM)	Resultante
TRAMO 01	1	CUS04102		0.000	0.000
	2	CUS04103	CUS04102-CUS04103	0.147	0.036
	3	A	CUS04102-A	0.543	0.131
	4	B	CUS04102-B	0.815	0.194
	5	C	CUS04102-C	0.854	0.200
	6	D	CUS04102-D	1.049	0.243
	7	E	CUS04102-E	1.445	0.329
	8	F	CUS04102-F	1.409	0.317
	9	G	CUS04102-G	1.353	0.304
	10	H	CUS04102-H	1.471	0.325
	11	I	CUS04102-I	1.251	0.276
	12	J	CUS04102-J	1.541	0.348
TRAMO 02	13	CUS04104	CUS04102-CUS04104	1.559	0.357
	14	CUS04105	CUS04102-CUS04105	1.680	0.384
	1	CUS04104		0.000	0.000
	2	CUS04105	CUS04104-CUS04105	0.160	0.034
	3	K	CUS04104-K	0.603	0.127
	4	L	CUS04104-L	1.160	0.243
	5	M	CUS04104-M	1.518	0.327
	6	N	CUS04104-N	1.984	0.433
	7	Ñ	CUS04104-Ñ	2.361	0.518
	8	O	CUS04104-O	2.817	0.619
	9	P	CUS04104-P	3.045	0.682
	10	Q	CUS04104-Q	3.110	0.700
TRAMO 03	11	R	CUS04104-R	3.480	0.798
	12	CUS04106	CUS04104-CUS04106	3.639	0.846
	13	CUS04107	CUS04104-CUS04107	3.700	0.865
	1	CUS04106		0.000	0.000
	2	CUS04107	CUS04106-CUS04107	0.154	0.039
	3	S	CUS04106-S	0.380	0.098

4	T	CUS04106-T	0.930	0.239
5	U	CUS04106-U	1.135	0.293
6	V	CUS04106-V	1.578	0.402
7	W	CUS04106-W	1.917	0.485
8	X	CUS04106-X	2.150	0.542
9	Y	CUS04106-Y	2.618	0.657
10	Z	CUS04106-Z	3.031	0.758
11	CUS04108	CUS04106-CUS04108	3.412	0.848
12	CUS04109	CUS04106-CUS04109	3.539	0.864

Figura 38

Distancia UTM vs diferencia de coordenadas UTM y topográficas



Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 56

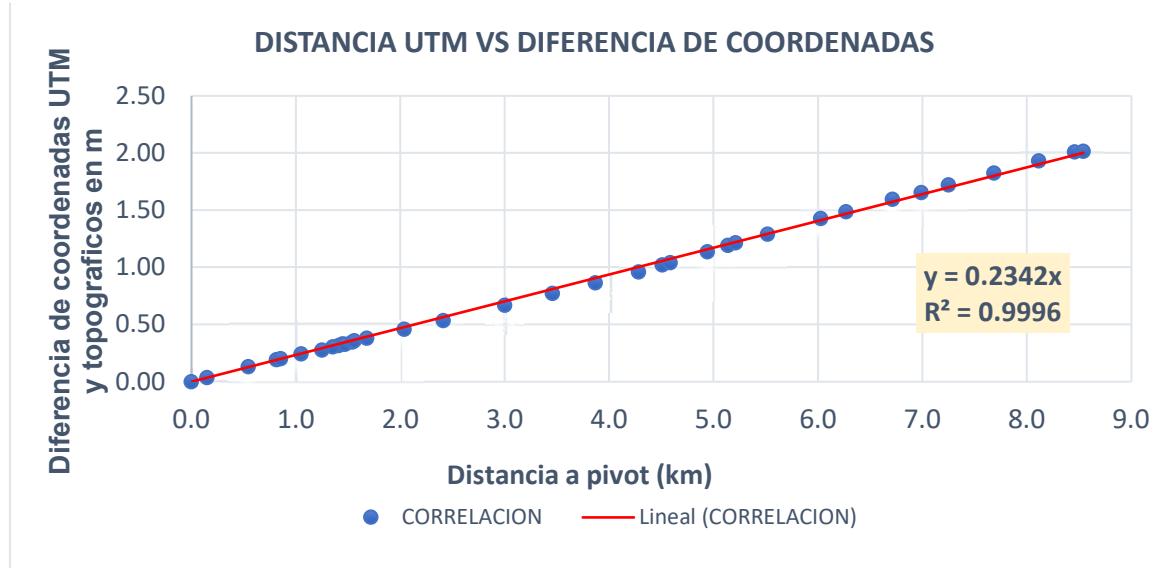
Distancia de Cuadrícula vs Diferencia de coordenadas UTM y topográficas del Total de Puntos

Punto	Código	Lado	Distancia de cuadrícula (km)	diferencia (m)
1	CUS04102		0.000	0.000
2	CUS04103	CUS04102-CUS04103	0.147	0.036
3	A	CUS04102-A	0.543	0.131
4	B	CUS04102-B	0.815	0.194
5	C	CUS04102-C	0.854	0.201
6	D	CUS04102-D	1.049	0.243
7	E	CUS04102-E	1.445	0.329
8	F	CUS04102-F	1.409	0.317
9	G	CUS04102-G	1.353	0.304
10	H	CUS04102-H	1.471	0.326
11	I	CUS04102-I	1.251	0.276
12	J	CUS04102-J	1.541	0.348
13	CUS04104	CUS04102-CUS04104	1.559	0.357
14	CUS04105	CUS04102-CUS04105	1.680	0.381
15	K	CUS04102-K	2.036	0.458
16	L	CUS04102-L	2.410	0.534
17	M	CUS04102-M	3.000	0.668
18	N	CUS04102-N	3.457	0.773
19	Ñ	CUS04102-Ñ	3.867	0.865
20	O	CUS04102-O	4.281	0.958
21	P	CUS04102-P	4.507	1.020
22	Q	CUS04102-Q	4.584	1.041
23	R	CUS04102-R	4.941	1.136
24	CUS04106	CUS04102-CUS04106	5.136	1.191
25	CUS04107	CUS04102-CUS04107	5.210	1.213
26	S	CUS04102-S	5.516	1.289
27	T	CUS04102-T	6.027	1.425
28	U	CUS04102-U	6.269	1.485
29	V	CUS04102-V	6.713	1.593
30	W	CUS04102-W	6.989	1.654
31	X	CUS04102-X	7.250	1.719
32	Y	CUS04102-Y	7.686	1.824
33	Z	CUS04102-Z	8.113	1.930
34	CUS04108	CUS04102-CUS04108	8.458	2.008
35	CUS04109	CUS04102-CUS04109	8.541	2.013

Con ello se tiene

Figura 39

Distancia de cuadricula vs diferencia entre Coordenadas UTM y Topográficas en total de tramos



Del diagrama de dispersión observada en la figura 41 y figura 42 podemos afirmar que:

- existe una relación lineal positiva entre la distancia de un punto a la base (punto pívot) y la diferencia entre coordenadas UTM y Topográficas
- la recta de correlación que por cada kilómetro de medición la diferencia de coordenadas UTM y coordenadas topográficas varía en 23.5cm
- el coeficiente de correlación = raíz cuadrada del coeficiente de determinación = 0.9987 , que según la tabla 59 tendríamos una correlación muy alta

Tabla 57

Tabla de Interpretación del Coeficiente de Correlación R

Valor	Criterio
$r=1.00$	Correlación grande, perfecta y positiva
$0.90 \leq r < 1.00$	Correlación muy alta
$0.70 \leq r < 0.90$	Correlación alta
$0.40 \leq r < 0.70$	Correlación moderada
$0.20 \leq r < 0.40$	Correlación muy baja
$r=0.00$	Correlación nula
$r=-1.00$	Correlación grande, perfecta y negativa

- el coeficiente de correlación 0.9987 y el coeficiente de determinación (R^2) es de 99.74%, podemos interpretar que existe un grado de correlación muy alta entre la

distancia de un punto a la base y la diferencia entre coordenadas UTM y Topográficas.

- De los resultados del Coeficiente de Correlación y el Coeficiente de Determinación podemos notar que existe suficiente evidencia para afirmar que: ***La distancia de los puntos geodésicos al punto base se relaciona directamente con la diferencia de coordenadas UTM y Topográficas en los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023.***

Tabla 58

Tabla de cálculo de precisión

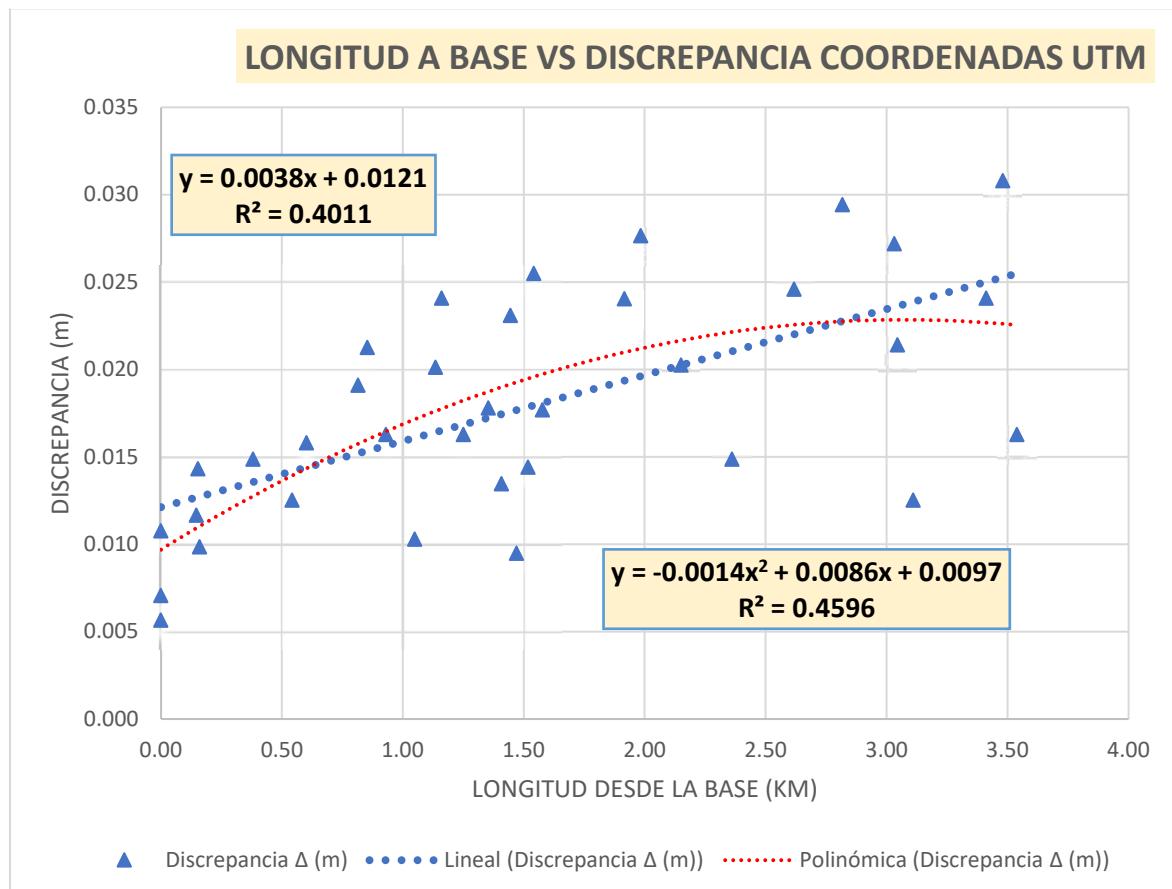
	Coordenadas UTM convertidas				Coordenadas UTM RTK		LONGITUD A BASE (Km)	Discrepancia		
	Punto	Código	Este (m)	Norte (m)	Este	Norte		Δ (m)	x-xm	(x-xm) ²
TRAMO 01	1	CUS04102	182884.081	8558005.932	182884.086	8558005.927	0.000	0.007	-0.011	0.000
	2	CUS04103	183009.766	8558082.910	183009.772	8558082.900	0.147	0.012	-0.006	0.000
	3	A	183352.920	8558279.950	183352.931	8558279.956	0.543	0.013	-0.005	0.000
	4	B	183552.870	8558471.175	183552.884	8558471.188	0.815	0.019	0.001	0.000
	5	C	183643.992	8558395.071	183644.008	8558395.085	0.854	0.021	0.003	0.000
	6	D	183851.229	8558412.571	183851.234	8558412.562	1.049	0.010	-0.008	0.000
	7	E	184189.136	8558627.306	184189.159	8558627.308	1.445	0.023	0.005	0.000
	8	F	183936.566	8558942.008	183936.575	8558942.018	1.409	0.013	-0.004	0.000
	9	G	183497.591	8559212.013	183497.602	8559212.027	1.353	0.018	0.000	0.000
	10	H	183460.783	8559358.665	183460.792	8559358.668	1.471	0.009	-0.008	0.000
TRAMO 02	11	I	183067.563	8559243.122	183067.579	8559243.119	1.251	0.016	-0.002	0.000
	12	J	182904.955	8559546.875	182904.974	8559546.892	1.541	0.025	0.008	0.000
	1	CUS04104	182451.229	8559504.152	182451.233	8559504.142	0.000	0.011	-0.007	0.000
	2	CUS04105	182313.705	8559586.051	182313.709	8559586.042	0.160	0.010	-0.008	0.000
	3	K	181928.467	8559803.854	181928.458	8559803.867	0.603	0.016	-0.002	0.000
	4	L	181348.626	8559863.870	181348.608	8559863.886	1.160	0.024	0.006	0.000
	5	M	181438.130	8560634.319	181438.138	8560634.331	1.518	0.014	-0.003	0.000
	6	N	181133.116	8560987.016	181133.095	8560986.998	1.984	0.028	0.010	0.000
	7	Ñ	181081.305	8561427.339	181081.294	8561427.329	2.361	0.015	-0.003	0.000
	8	O	180596.872	8561625.233	180596.843	8561625.228	2.817	0.029	0.012	0.000
	9	P	180453.549	8561801.816	180453.532	8561801.803	3.045	0.021	0.004	0.000
	10	Q	180481.803	8561910.477	180481.809	8561910.488	3.110	0.013	-0.005	0.000

TRAMO 03	11	R	180179.831	8562141.241	180179.813	8562141.216	3.480	0.031	0.013	0.000
	1	CUS04106	180336.222	8562465.525	180336.218	8562465.521	0.000	0.006	-0.012	0.000
	2	CUS04107	180418.736	8562595.322	180418.723	8562595.328	0.154	0.014	-0.004	0.000
	3	S	180125.968	8562782.473	180125.978	8562782.462	0.380	0.015	-0.003	0.000
	4	T	180148.705	8563376.165	180148.717	8563376.154	0.930	0.016	-0.002	0.000
	5	U	179844.544	8563488.799	179844.562	8563488.808	1.135	0.020	0.002	0.000
	6	V	179503.755	8563805.696	179503.768	8563805.708	1.578	0.018	0.000	0.000
	7	W	178933.698	8563771.699	178933.691	8563771.676	1.917	0.024	0.006	0.000
	8	X	178891.640	8564057.499	178891.623	8564057.488	2.150	0.020	0.002	0.000
	9	Y	178458.683	8564289.826	178458.694	8564289.848	2.618	0.025	0.007	0.000
	10	Z	178252.091	8564666.511	178252.107	8564666.489	3.031	0.027	0.009	0.000
	11	CUS04108	177851.197	8564803.167	177851.181	8564803.149	3.412	0.024	0.006	0.000
	12	CUS04109	177613.617	8564726.555	177613.605	8564726.566	3.539	0.016	-0.002	0.000
							PROMEDIO (Xm)	0.018	suma=	0.001
							NRO DE DATOS (N)	35	Varianza=	4.2E-05
							desviación estándar=	0.0065		

De la tabla 51 se puede observar que la precisión promedio es de 0.018m con una desviación estándar de ±0.0065m, es decir la precisión de las coordenadas UTM en modo RTK oscila entre 11mm a 25mm

Figura 40

Diagrama – longitud de cuadricula vs diferencia coordenadas UTM convertidas vs UTM obtenidas en modo RTK



Nota. Fuente: elaboración propia

De la figura 40 podemos observar que la precision de los datos obtenidos con receptores GNSS en modo RTK oscila entre valores 12mm con incremento de 3.8mm por cada km que se aleja de la base, entonces se puede entender que si el rover se aleja 10km se puede esperar una precision de hasta 5cm

Tabla 59

Tabla de variación de coordenadas respecto a la orientación Este

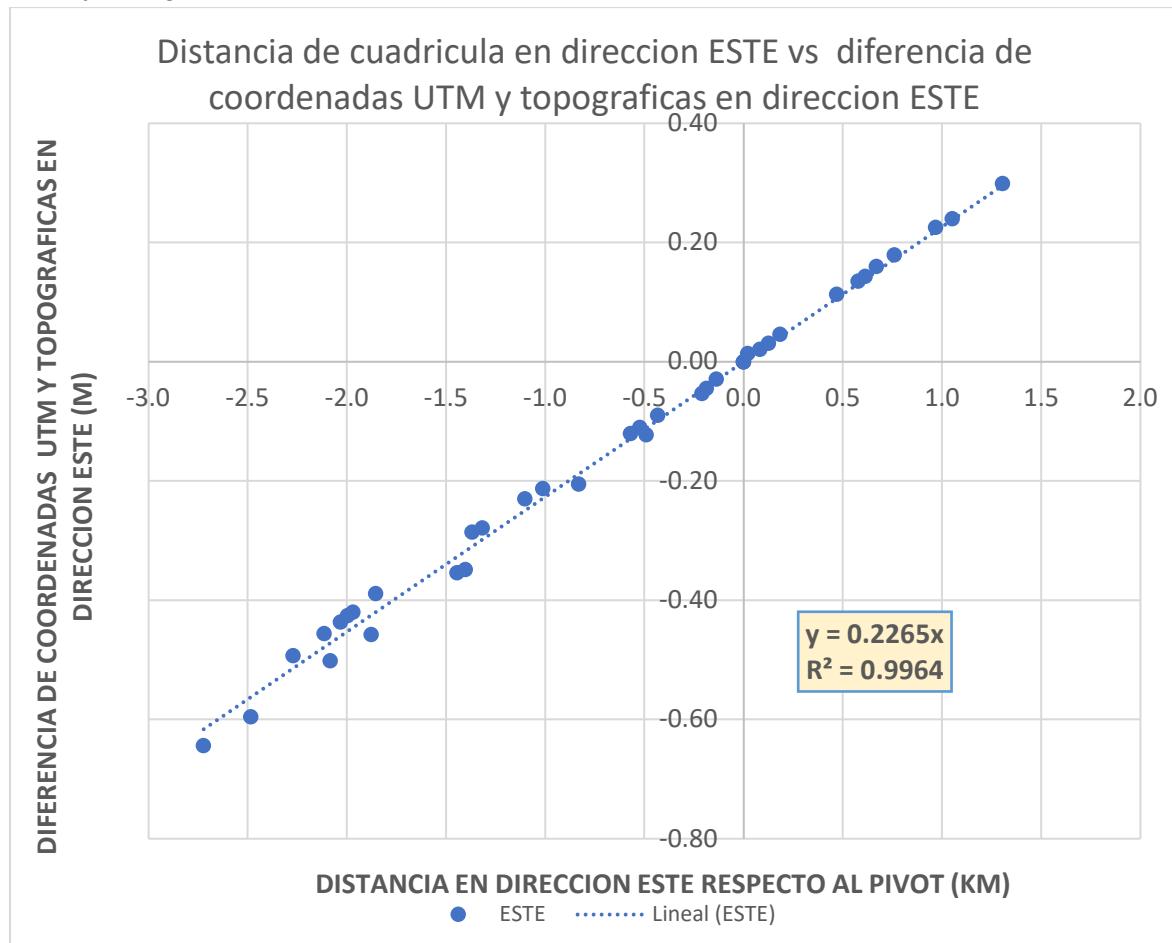
DIFERENCIA DE COORDENADAS UTM Y TOPOGRÁFICAS en dirección ESTE)					
Coordenadas Topográficas		Distancia de cuadricula en dirección ESTE		Diferencia de coordenadas	
Punto	Código	Lado	X (km)	Δeste(m)	
TR AM	1	CUS04102	0.000	0.000	

2	CUS04103	CUS04102-CUS04103	0.126	0.031
3	A	CUS04102-A	0.469	0.113
4	B	CUS04102-B	0.669	0.160
5	C	CUS04102-C	0.760	0.179
6	D	CUS04102-D	0.967	0.225
7	E	CUS04102-E	1.305	0.299
8	F	CUS04102-F	1.052	0.240
9	G	CUS04102-G	0.613	0.143
10	H	CUS04102-H	0.577	0.135
11	I	CUS04102-I	0.183	0.046
12	J	CUS04102-J	0.021	0.014
13	CUS04104	CUS04102-CUS04104	-0.433	-0.090
14	CUS04105	CUS04102-CUS04105	-0.570	-0.120
1	CUS04104		0.000	0.000
2	CUS04105	CUS04104-CUS04105	-0.137	-0.029
3	K	CUS04104-K	-0.523	-0.110
4	L	CUS04104-L	-1.102	-0.230
5	M	CUS04104-M	-1.013	-0.213
6	N	CUS04104-N	-1.318	-0.279
7	Ñ	CUS04104-Ñ	-1.370	-0.286
8	O	CUS04104-O	-1.854	-0.389
9	P	CUS04104-P	-1.997	-0.426
10	Q	CUS04104-Q	-1.969	-0.420
11	R	CUS04104-R	-2.271	-0.493
12	CUS04106	CUS04104-CUS04106	-2.115	-0.456
13	CUS04107	CUS04104-CUS04107	-2.032	-0.437
1	CUS04106		0.000	0.000
2	CUS04107	CUS04106-CUS04107	0.082	0.021
3	S	CUS04106-S	-0.210	-0.054
4	T	CUS04106-T	-0.187	-0.045
5	U	CUS04106-U	-0.492	-0.123
6	V	CUS04106-V	-0.832	-0.205
7	W	CUS04106-W	-1.402	-0.348
8	X	CUS04106-X	-1.444	-0.354
9	Y	CUS04106-Y	-1.877	-0.458
10	Z	CUS04106-Z	-2.084	-0.502
11	CUS04108	CUS04106-CUS04108	-2.484	-0.595
12	CUS04109	CUS04106-CUS04109	-2.722	-0.644

Figura 41

Diagrama - Distancia de cuadricula en dirección ESTE vs diferencia de coordenadas

UTM y topográficas en dirección ESTE



En la figura 41 se puede apreciar que la variación lineal, cuando el punto se aleja en dirección X (ESTE) respecto al punto base, se espera una diferencia de 22.65cm por cada km

Tabla 60

Tabla de variación de coordenadas respecto a la orientación NORTE

DIFERENCIA DE COORDENADAS UTM Y TOPOGRÁFICAS (m)

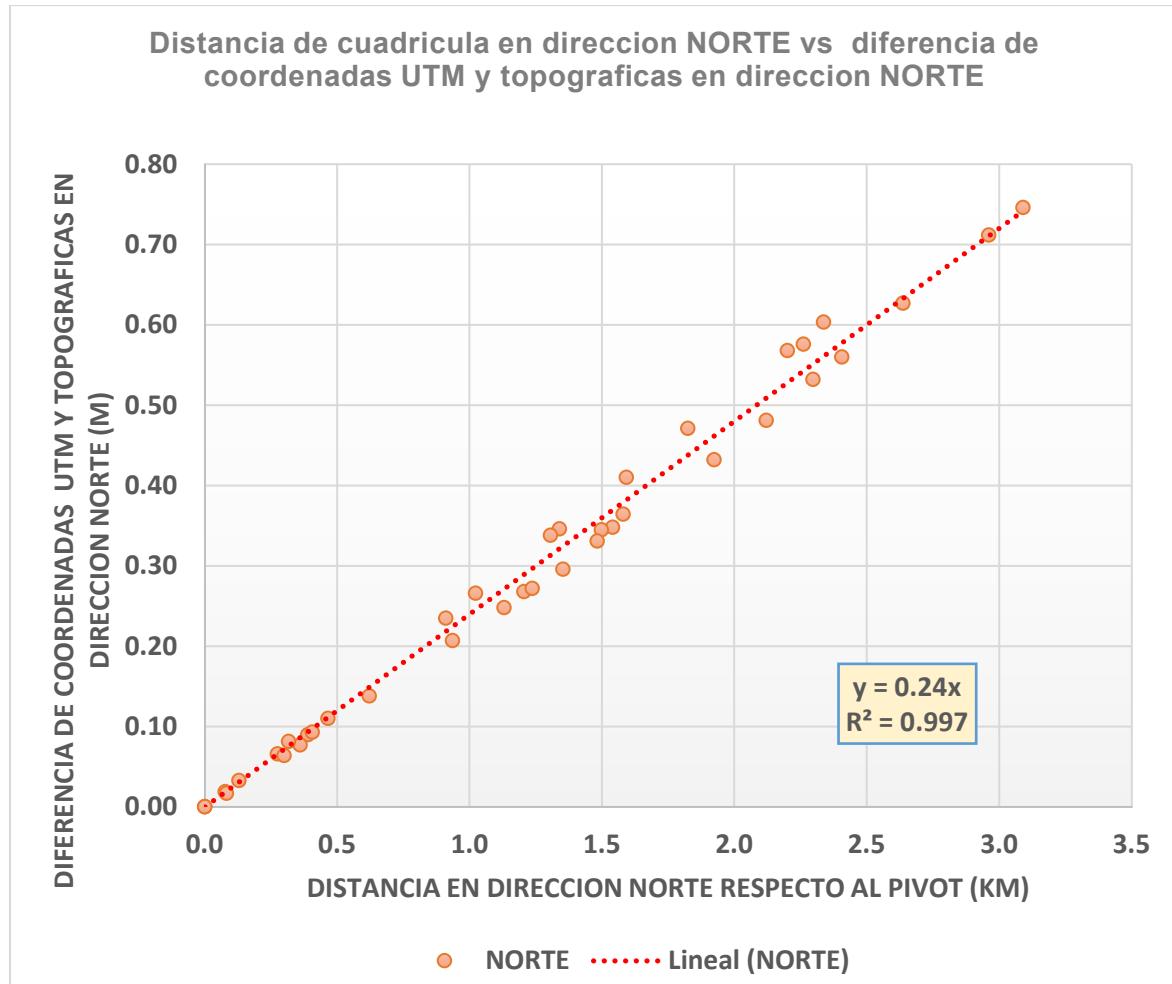
Coordenadas Topográficas		Distancia de cuadricula		Diferencia de coordenadas
Punto	Código	Lado	Y (km)	Δ norte (m)
1	CUS04102		0.000	0.000
2	CUS04103	CUS04102-CUS04103	0.077	0.019

3	A	CUS04102-A	0.274	0.066
4	B	CUS04102-B	0.465	0.110
5	C	CUS04102-C	0.389	0.090
6	D	CUS04102-D	0.407	0.093
7	E	CUS04102-E	0.621	0.138
8	F	CUS04102-F	0.936	0.207
9	G	CUS04102-G	1.206	0.268
10	H	CUS04102-H	1.352	0.296
11	I	CUS04102-I	1.237	0.272
12	J	CUS04102-J	1.541	0.348
13	CUS04104	CUS04102-CUS04104	1.498	0.345
14	CUS04105	CUS04102-CUS04105	1.580	0.364
1	CUS04104		0.000	0.000
2	CUS04105	CUS04104-CUS04105	0.082	0.017
3	K	CUS04104-K	0.300	0.064
4	L	CUS04104-L	0.360	0.077
5	M	CUS04104-M	1.130	0.248
6	N	CUS04104-N	1.483	0.331
7	Ñ	CUS04104-Ñ	1.923	0.432
8	O	CUS04104-O	2.121	0.481
9	P	CUS04104-P	2.297	0.532
10	Q	CUS04104-Q	2.406	0.560
11	R	CUS04104-R	2.636	0.627
12	CUS04106	CUS04104-CUS04106	2.961	0.712
13	CUS04107	CUS04104-CUS04107	3.090	0.746
1	CUS04106		0.000	0.000
2	CUS04107	CUS04106-CUS04107	0.130	0.033
3	S	CUS04106-S	0.317	0.082
4	T	CUS04106-T	0.910	0.235
5	U	CUS04106-U	1.023	0.266
6	V	CUS04106-V	1.340	0.346
7	W	CUS04106-W	1.306	0.338
8	X	CUS04106-X	1.592	0.410
9	Y	CUS04106-Y	1.824	0.471
10	Z	CUS04106-Z	2.200	0.568
11	CUS04108	CUS04106-CUS04108	2.337	0.603
12	CUS04109	CUS04106-CUS04109	2.260	0.576

Figura 42

Diagrama - Distancia de cuadricula en dirección NORTE vs diferencia de coordenadas

UTM y topográficas en dirección NORTE



En la figura 42 se puede apreciar que la variación lineal, cuando el punto se aleja en dirección Y (NORTE) respecto al punto base, se espera una diferencia de 24cm por cada km

7.3.5. Discusión de Resultados

- En las 03 poligonales realizadas se obtuvieron precisiones según la siguiente tabla:

Tabla 61

Tabla de precisiones obtenidas en la poligonal abierta controlada

TRAMO	PRECISIÓN ANGULAR		PRECISIÓN LINEAL	
	OBTENIDA	TOLERABLE	OBTENIDA	TOLERABLE
TRAMO 01	5.73 seg	6.93 seg	1/22742	1/5000
TRAMO 02	5.69 seg	6.63 seg	1/16796	1/5000
TRAMO 03	4.62 seg	6.32 seg	1/22706	1/5000

Se puede apreciar que los valores obtenidos están por encima de las precisiones tolerables tanto en precisión angular como en precisión lineal, con ello se puede determinar que: las coordenadas topográficas obtenidas mediante la poligonal son las correctas dentro de las tolerancias consideradas

- Dado que las precisiones obtenidas en los 03 tramos según la tabla 61, están por encima de los valores mínimos permitidos, se asume que la transformación de coordenadas es válida
- Según la figura 38, la diferencia de coordenadas UTM y topográficas en función a la distancia de cuadricula se tiene una correlación lineal $y = 0.2345x$ y un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.9974$, con lo cual se puede concluir que, por cada kilómetro de distancia hacia el punto base , se espera una diferencia de aproximadamente 23.4cm entre las coordenadas topográfica y coordenadas UTM para la carretera Amparaes – puente Tahuís, esto con una certeza de más de 99%
- Según la tabla 58 y figura 40 se observa que la precisión promedio de las mediciones en modo RTK con respecto a las coordenadas UTM obtenidas con estación total, es de 1.8cm con una desviación estándar de 6.5mm, además se aprecia que la precisión tiene influencia con la distancia hacia el punto base que varía desde 1.2cm y crece a razón de 3.8mm por cada km. Cabe indicar que para una precisión de 1/10000 aplicado a una longitud de 3.6km, 4.3km, 3.9km longitudes de los tramos 01,02 y 03 respectivamente se toleraría discrepancias de 36cm,43cm,39cm respectivamente, sin embargo, las lecturas con GNSS en modo RTK se obtuvieron discrepancias de a lo más 3cm, muy por debajo de las discrepancias tolerables

- Según la figura 45 y figura 46, se puede apreciar que cuando un punto se aleja tanto en dirección ESTE como NORTE sufren una creciente diferencia a razón de 22.65cm y 24cm en dirección ESTE y NORTE respectivamente

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- Se determinó que: la influencia de la distancia de los puntos geodésicos al punto base, en la diferencia entre las coordenadas UTM y topográficas de los puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís 2023 tienen una relación lineal positiva con una variación de 23.45cm por cada Km
- Se determinó que existe consistencia de las fórmulas existentes para la conversión de coordenadas UTM a topográficas y viceversa en mediciones realizadas en la carretera Amparaes – Puente Tahuís en el año 2023, puesto que estas conversiones de UTM a topográficas arrojan valores exactos para cada punto a convertir, además cuando se retorna de topográficas a UTM arroja los mismos valores iniciales
- Se determinó que la precisión de las coordenadas UTM producto de la conversión de las coordenadas topográficas se relacionaron a la precisión de la poligonal realizada, que para el presente estudio se logró precisiones de 1/22742 para el primer tramo, 1/16796 para el segundo tramo, y de 1/22706 para el tercer tramo, con ello se determina que considerando que la precisión aceptable para mediciones rurales es de 1/5000 y urbanas 1/10000, que las mediciones obtenidas con la estación total están por encima de la precisión
- La precisión relativa obtenida en las mediciones GNSS en modo RTK respecto a las coordenadas UTM convertidas a partir de mediciones con estación total en la carretera Amparaes – puente Tahuís 2023 llegan al orden de 1/100000, el cual corresponde una discrepancia de 3cm en 3km
- Se determinó que la relación entre la separación en dirección ESTE respecto a un punto base y la discrepancia en la dirección ESTE entre las coordenadas UTM convertidas y las coordenadas topográficas tiene una relación lineal positiva cuya variación es de 22.65cm por cada Km que se aleja al ESTE
- Se determinó que la relación entre la separación en dirección NORTE respecto a un punto base y la discrepancia en la dirección NORTE entre las coordenadas UTM convertidas y las coordenadas topográficas tiene una relación lineal positiva cuya variación es de 24cm por cada Km que se aleja al NORTE

8.2. Recomendaciones

- Para proyectos viales, se recomienda determinar previamente la variación entre coordenadas UTM y topográficas, ya que en otras regiones podría exceder los márgenes de tolerancia técnicos.
- Los planos topográficos y listas de coordenadas UTM deben incluir el factor de escala aplicado, con el fin de corregir discrepancias acumulativas.
- Emplear estaciones totales y receptores GNSS en modo RTK con calibración actualizada, para garantizar datos confiables en levantamientos topográficos.
- Distribuir pares de puntos geodésicos cada 3 km en obras lineales como carreteras, asegurando una referencia geodésica continua y reduciendo errores sistemáticos.
- Promover la capacitación técnica en sistemas de proyección cartográfica y transformación de coordenadas para mejorar la calidad de estudios topográficos.
- Utilizar software especializado para automatizar transformaciones entre sistemas de coordenadas, minimizando errores humanos y optimizando tiempos.
- Ajustarse a normativas internacionales de geodesia y topografía para asegurar la interoperabilidad de datos con estudios globales.
- Limitar el uso de estación total a actividades puntuales cuyas distancias de medición sean inferiores a 200m

Referencias

- Aduviri, M. (2017). *Influencia del Factor de Escala en Estacion Total Georeferenciado en el Tramo KM 3+000 al 8+000 de la Carretera Puno-Tiquillaca del Distrito de Puno - Puno [Tesis, Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez]*. Repositorio Institucional.
- Aplitop. (s.f.). *Factor de Escala Debido a la Altura*. Obtenido de Aplicaciones de Topografía e Ingeniería Civil: <https://www.aplaptop.com/subidas/ayuda/es/MDT-Topografia/index.html#!factorDeEscalaDebidoALaAltura>
- ArcMap. (2021). *Qué son los Sistemas de Coordenadas Proyectadas*. Obtenido de ArcGIS Desktop:
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/about-projected-coordinate-systems.htm>
- Candia, F. (2019). *Trabajo de Investigación de Sistema de Referencia Geodésico PSAD-56 y Proyección Cartográfica UTM*. Universidad de Antofagasta, Facultad de Ingeniería.
- Casanova Matera, L. (2002). *Procedimientos Topográficos*. Merida, Venezuela: taller de publicaciones de ingenieria, ULA.
- Durand Cruz, H. (2018). *EFFECTOS DEL USO DEL FACTOR DE ESCALA EN LAS MEDICIONES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RÍO LAMPA TRAMO 0+000 AL 44+704.718*. Puno, Peru: Universidad Nacional del Altiplano.
- Fernández, I. A. (2001). *La Proyección UTM*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Garavito, C. (2018). *Precisión de las Coordenadas Geodésicas, con el Uso del Factor Escala, en la Carretera Huamachuco [Tesis, Universidad Peruana de los Andes]*. Repositorio Institucional.
- Guillen, D., & Cabello, G. (2021). *Aplicación del Sistema de Coordenadas LTM Para Disminuir la Distorsión en la Cartografía de Carreteras [Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]*. Repositorio Institucional.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta. Edición ed.). México: McGRAWH.HILL.
- Instituto Geográfico Nacional. (2015, 28 de diciembre). *Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global*. Unidad de Control de Calidad y Normalización.
- Ivars, L. (25 de abril de 2014). *Tipos de Distancias*. Obtenido de Café Geodésico: <http://cafegeodesico.blogspot.com/2014/04/tipos-de-distancia.html>

- Jimenez, E. (25 de julio de 2007). *Dirección de una Línea (Rumbo y Azimut)*. Obtenido de Doble Vía: <https://doblevia.wordpress.com/2007/07/25/direccion-de-una-linea-rumbo-y-azimut/#:~:text=La%20direcci%C3%B3n%20de%20una%20l%C3%ADnea,meridiano%20magn%C3%A9tico%2C%20geogr%C3%A1fico%20o%20arbitrario>.
- Martín, A. (2011). *Sistema y Marco de Referencia Terrestre*. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametria Universidad Politécnica de Valencia.
- Mendoza, J. (2020). *Secuencia Estratégica de Algoritmos en la Obtención de Coordenadas UTM Para la Optimización de Recursos Operativos [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]*. Repositorio Institucional.
- Mendoza, J. (2020). *Topografía y Geodesia*. Lima, Perú: Editores Maraucano E.I.R.L.
- Mendoza, J. (2020). *Transformación de Coordenadas UTM a Topográfica*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ministerio de Agricultura. (2015). *Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos*. Chile: Division de Estudios, Desarrollo y Políticas.
- Ministerio de Obras Públicas. (2001). *Manual de Carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018*. Perú.
- Morales, A. (2022). *Diferencias entre los Sistemas de Coordenadas Geográficas y Proyectadas*. Obtenido de Mappinggis: <https://mappinggis.com/2022/02/diferencias-entre-los-sistemas-de-coordenadas-geograficas-y-proyectadas/#:~:text=Un%20sistema%20de%20coordenadas%20geogr%C3%A1ficas,Ecuador>.
- Moya Zamora, J., & Cedeño Montoya, B. (02 de DICIEMBRE de 2016). *CONCEPTOS BASICOS EN GEODESIA COMO INSUMO PARA UN TRATAMIENTO ADECUADO DE INFORMACION GEOESPACIAL*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4517/451750038008/html/>
- Rojas Leon, G. (2019). comentarios al reglamento de inscripciones del registro de predios. En S. N. Pùblicos, *comentarios al reglamento de inscripciones del registro de predios* (págs. 164-166). Lima , Peru: Superintendencia Nacional de los Registros Pùblicos, Subdirección de Capacitación Registral.
- SUNARP. (2017). RES. 039-2017-SUNARP-DTR. Lima.
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2016). *Topografía*. Ciudad de México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Zakatov, P. S. (1997). *Curso de Geodesia Superior*. Madrid, España: Rubiños 1860.
- Zuñiga, W. (2010). *Geodesia y Cartografía Matemática*. Grupo Universitario S.A.C.

Zurita, A (2023) transformación de coordenadas UTM a topográficas y topográficas a UTM
[\(550\) TRANSFORMACION DE COORDENADAS UTM A TOPOGRAFICAS Y TOPOGRAFICAS A UTM - YouTube](#)

Topodesia,(2021). Conversión de UTM a topográficas para topografía convencional (poligonales) [Conversión de UTM a Topográficas para Topografia Convencional \(Poligonales\) \(youtube.com\)](#)

Anexos

Matriz de Consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	MÉTODOS Y TÉCNICAS	POBLACIÓN Y MUESTRA
	PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:	VARIABLE INDEPENDIENTE:	TIPO:	MÉTODO:	POBLACIÓN:
DISTANCIA Y DIFERENCIA ENTRE COORDENADAS UTM Y TOPOGRÁFICAS EN LOS PUNTOS GEODÉSICOS DE LA CARRETERA AMPARAES – PUENTE TAHUÍS 2023	<p>¿Cómo la distancia de los puntos geodésicos al punto base se relaciona con la diferencia entre coordenadas UTM y topográficas?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Son consistentes las fórmulas de conversión UTM↔Topográficas? 2. ¿Qué precisión se logra con la estación total? 3. ¿Qué precisión relativa hay entre GNSS RTK y coordenadas convertidas? 4. ¿Cómo influye la distancia Este? 5. ¿Cómo influye la distancia Norte? 	<p>Determinar la relación entre la distancia al punto base y la diferencia entre coordenadas UTM y topográficas.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar consistencia de las fórmulas. 2. Determinar precisión con estación total. 3. Comparar precisión RTK vs convertidas. 4. Analizar influencia en dirección Este. 5. Analizar influencia en dirección Norte. 	<p>Existe relación directa entre la distancia al punto base y la diferencia entre coordenadas UTM y topográficas.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las fórmulas UTM ↔ Topográficas son consistentes. 2. La estación total permite obtener coordenadas UTM precisas. 3. El GNSS RTK ofrece precisión aceptable. 4. La diferencia de coordenadas Este varía según la distancia Este. 5. La diferencia de coordenadas Norte varía según la distancia Norte. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Distancia al punto base</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Diferencia entre coordenadas UTM y topográficas.</p> <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferencia (en metros) de coordenadas Este/Norte. • Precisión GNSS (mm). • Variación por km. 	<p>Cuantitativa, no experimental, transversal.</p> <p>NIVEL:</p> <p>Correlacional.</p> <p>ENFOQUE:</p> <p>Aplicado.</p>	<p>Científico – deductivo.</p> <p>TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento topográfico con estación total y GNSS RTK. • Transformación de coordenadas. • Análisis estadístico. <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estación total Topcon OS-102 • GNSS CHCNAV i90 • Excel para cálculos. 	<p>30 puntos geodésicos de la carretera Amparaes – Puente Tahuís.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>8 puntos geodésicos (4 pares consecutivos) distribuidos en 3 circuitos, levantados entre el km 5+800 y el km 23+900 del tramo vial.</p>

Panel Fotográfico

Imagen 1

punto geodésico de inicio correspondiente a CUS04103

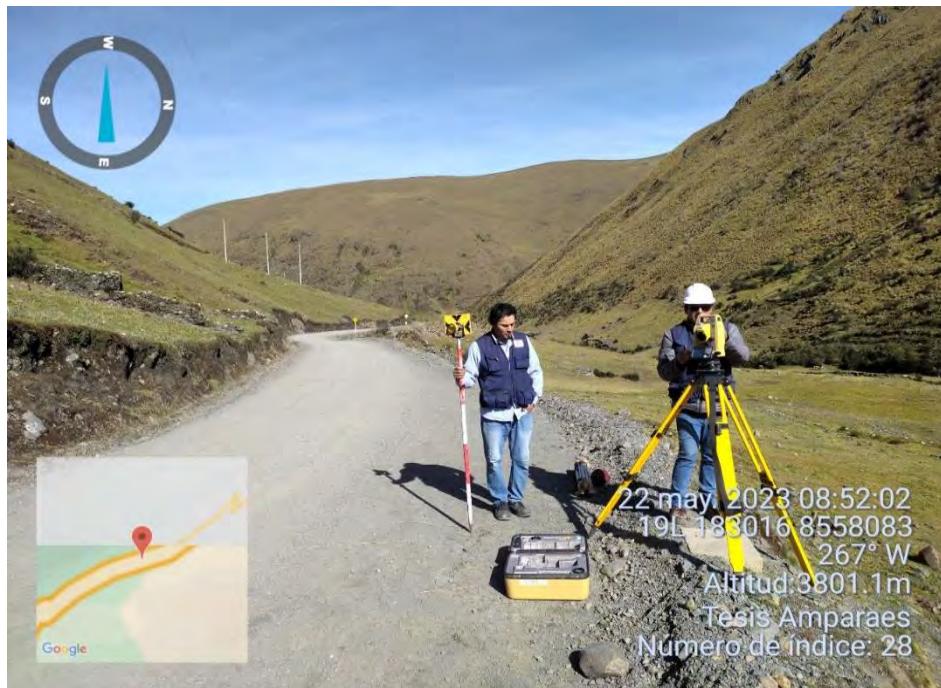


Imagen 2

punto de control A, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 3

punto de control B, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 4**

punto de control C, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 5

punto de control D, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 6**

punto de control E, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 7

punto de control F, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 8**

punto de control G, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 9

punto de control H, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 10

punto de control I, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 11

punto de control J, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 12

punto geodésico CUS04104 al borde de la carretera, el cual se encuentra en óptimas condiciones, acá termina el primer circuito



Imagen 13

punto geodésico CUS04105 al borde de la carretera, el cual se encuentra en óptimas condiciones, acá inicia el segundo circuito



Imagen 14

punto de control K, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 15

punto de control L, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 16**

punto de control M, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 17

punto de control N, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 18**

punto de control N̄, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 19

punto de control O, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 20**

punto de control P, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 21

punto de control Q, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero

**Imagen 22**

punto de control R, marcado con yeso en cuyo centro se tiene incrustada una varilla de acero



Imagen 23

punto geodésico CUS04106 al borde de la carretera, el cual se encuentra en óptimas condiciones, acá termina el segundo circuito

**Imagen 24**

punto geodésico CUS04107 al borde de la carretera, el cual se encuentra en óptimas condiciones, acá inicia el tercer circuito



Certificado de la Estación Total



SERVICIO TÉCNICO
CALIDAD, GARANTÍA Y PRECISIÓN

LA EMPRESA, EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, "EMEI PERU" OTORGA:						
 Certificado de Calibración EP 2022 ET 609						
USUARIO:	TOPTEC EIRL	TELÉFONO:	20663094574			
DIRECCIÓN:	FRANCISCO SUBIAGA 228 URCALES QUISCACAYA HUANCAYA			FECHA:	15/02/2023 18:00	
ASIGNACIONES:	ESTACIÓN TOTAL	TOPOCON	Modo: OS-102	LENO:	721889	
EN CUMPLIMIENTO ESTÁNDARIZADO POR LAS NORMAS TÉCNICAS (DIN 18723) Y LA NORMA UNE-EN 1022-1 (ESTÁNDAR DE CALIBRACIÓN DE ESTACIONES TOTAL)						
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN			INICIAL	FINAL		
VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			COMIENZO	180°00'00"	DEBIDO	180°00'01"
VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			FIN	180°00'01"	DEBIDO	180°00'01"
ANÁGLO-HD	180°00'02"	DIFER.	180°00'01"	DEVIACIÓN LÁSER: 0.0mm		
ANÁGLO-V	210°00'00"	DIFER.	210°00'01"	PRUEBA DE MEDICIÓN DISTANCIOMÉTRICO		
MURAKAMI	240°00'02"	DIFER.	240°00'01"	DIST. PATRON (m)	150.674	
MURAKAMI	180°00'02"	DIFER.	180°00'01"	DIST. MEDIDA (m)	150.675	
CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO ESTÁ CALIBRADO (DIN 18723)				150.674	0.001	

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

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO SEGÚN EL FABRICANTE					
Fabricante del Transductor	Precisión Angular: 2"		Rango medición con 200m		
Medición en planos: 3.0mm + 0.0mm/f	Distancia Mínima: 2.05		Rango medición en altura: 100m		
Medición en planos: 3.0mm + 3.0mm/f	Resolución: 0.00008		Tiempo de medición: 0.7s		
Límite de error sistemático: 1.0m	Número IP67: 9		Rango de temperatura: -20 a 50 °C		
Tiempo de respuesta: 30s	Velocidad: 10m/s		Método: 4fus.3m		
Pantalla: Color LCD	Av. GPS: 90		Memoria interna: 100,000 med.		
RESULTADOS DE VERIFICACIÓN Y AJUSTES DEL INSTRUMENTO					
PANEL DE CONTROL		BASE NIVELANTE		TELESCOPIO	
CONDICIÓN PRUEBA:	OK	CONDICIÓN FÍSICA/MECÁNICA:	OK	IMAGEN DEL TELESCOPIO:	OK
FUNCIONES DEL TELESCOPIO:	OK	NIVEL CIRCULAR:	OK	RETICULA:	OK
MARCAS DEL TELESCOPIO:	OK	TOPOGRAFÍA NIVELANTE:	OK	ENFOQUE DEL TELESCOPIO:	OK
MÉCANICA DEL EQUIPO		REVISIÓN Y PRECISIÓN		ESTADO VISIBLE DEL INSTRUMENTO	
AGIL:	OK	PERPENDICULARIDAD:	OK	CD/CL:	OK
GRADO HORIZONTAL:	OK	INCLINACIÓN RETEJA:	OK	IMPRESA:	OK
GRADO VERTICAL:	OK	FLUJOS DE LASER:	OK	ESTADO FÍSICO Y MECÁNICO:	OK
ROTACIÓN 360°:	OK	FUENTES LASER:	OK		
PATRÓN DE MEDIDAS ANGULARES			MEDIDORES DE PATRÓN		
ÁNGULO HORIZONTAL HZ:	180°00'00"	DIFER.	180°00'00"	E.F. TOPOCON GP77505	
ÁNGULO VERTICAL V:	180°00'00"	DIFER.	180°00'00"	/ET609	
ÁNGULO DE SISTEMA:	180°00'00"	DIFER.	180°00'00"	Fecha Certif.: 15/02/2023	
ANGULO DE SERVICIO:	180°00'00"	DIFER.	180°00'00"	Certificado: ET609	
			Firma: Galdo: 15/02/2023		



EMEI PERU



Fecha Certif.: 15/02/2023
Certificado: ET609

Firma: Galdo: 15/02/2023



SERVICIO TÉCNICO
CALIDAD, GARANTÍA Y PRECISIÓN

VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO			VALOR A CORREGIR			VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			
	VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD		VALOR	UNIDAD	
ANGULO H:	00°00'00"	Ref. Cen.	180°00'02"	ANGULO H:	00° 00' 02"	ANGULO H:	00°00'00"	Ref. Cen.	180°00'01"
ANGULO V:	00°00'00"	Ref.	270°00'06"	ANGULO V:	00° 00' 06"	ANGULO V:	00°00'00"	Ref.	270°00'01"
MÚNDENES V:	00°00'00"	Ref.	240°00'02"	MÚNDENES V:	00° 00' 02"	MÚNDENES V:	00°00'00"	Ref.	240°00'01"
MÚNDENES H:	00°00'00"	Ref.	180°00'04"	MÚNDENES H:	00° 00' 04"	MÚNDENES H:	00°00'00"	Ref.	180°00'02"

PRECISIÓN ANGULAR			DEVIACIÓN ANGULAR FINAL					
CLASE	0.0000	0.0000	ANGULO H:	Δ	00'			
00	00	00'	ANGULO V:	Δ	00'	CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MEDICIÓN, SE		
00	00	00'	MÚNDENES V:	Δ	00'	ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, AJUSTADO		
			MÚNDENES H:	Δ	00'	Y CALIBRADO, SEGÚN NORMA EN ENE23.		

INFORMACIÓN DE LA REVISIÓN Y PRUEBA DEL DISTANCIÓMETRO								
DISTANCIA INICIAL (m)	DISTANCIA FINAL (m)	ERRORES (mm)	DISTANCIA FINAL (m)	DISTANCIA FINAL (m)	DEVIACIÓN FINAL (mm)			
30.590	CERCA	-0.0010	30.590	30.590	0.0010			
150.6750	LEJOS	-0.0010	150.6750	150.6750	0.0010			
150.7050	LEJOS	-0.0010	150.7050	150.7050	0.0010			

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN

Temperatura: Temperatura ambiente de EMEI PERÚ, laboratorio integral opción mecánica.

Humedad: Frecuencia de 15% a 95% con una tasa de variación de +/- 5 grados C. Humedad revisada en 30% intervariación de +/- 5%

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACIÓN

Fuente utilizada: Set de Colimadores, marca JETTEC Serie N°2016-1011, con Certificación de calidad.

Comprobado por: Testador Mecánico WEL número T1A, Serie N° 95452.

Nivel Acumulado Total un modelo AT82 Serie N° 30837 y Nivel Emei Top Sat modelo DS2H Serie N° H278140.

Micrometro de placas paralelas Emei Top Sat, modelo CMAS, con Serie N° 602923.

Parámetros: Colimador Simple modelo W40-3T con resolución de 0.02, cuya medida incluye de cerca y al infinito con apertura binocular de 0.75 milímetros cada vez con doble resolución, una distancia de enfoque de cerca a 2m y de lejos al infinito; distancia focal de 350 mm de apertura efectiva de 45mm y 2° de campo de visión, que es revisado periódicamente por un Testador de precisión 1° con intervalo de retroceso directa e inversa con un nivel de +/- 1.0mm de precisión y de +/- 0.2 de aumento. Es un Micrometro de placas paralelas de precisión 0.05mm resultado de una inversión doble de 10x y vuelta de 2 km.

FECHA DE CALIBRACIÓN: 15/08/2023

NOTAS:

Este instrumento, antes de salir del laboratorio técnico ha sido evaluado, verificado, calibrado y se encuentra en perfecto estado.

El fabricante declara que el instrumento cumple con las normas y especificaciones establecidas por el fabricante de acuerdo a la norma ISO 9001:2015.

Este instrumento es adecuado para uso en el campo, cumple con las normas y especificaciones establecidas por el fabricante de acuerdo a la norma ISO 9001:2015.

ENTREGUE CONFIABLE

DECLARACIONES:
D. El instrumento cumple con las normas establecidas.
No se tienen errores ni desviaciones entre los resultados.
No se han detectado errores ni desviaciones en los resultados.
15/08/2023

EMEI PERÚ
SISTEMA MEJORADO DE SERVICIO AL CLIENTE
SERVICIO TÉCNICO
FECHE: 15/02/2023

EMEI PERÚ
SISTEMA MEJORADO DE SERVICIO AL CLIENTE
Rubén Neira Gutiérrez
GERENTE



COMPRA PRODUCTOS SISTEMATIZADOS CON CONTROL DE CALIDAD
GARANTÍA, REPUESTOS Y SERVICIO TÉCNICO LOCAL
MARCA REGISTRADA PARA EMEI PERÚ
ESTACIONES totales, teodolitos, niveles automático (L), nivel digital (DT), láser, distanquímetros, accesorios en general

Emei

Certificado del Receptor GNSS



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD CARBAJAL HUALLPA JOSE LUIS

Nº 00303

RUC: 10472167168

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO	MARCA	MODELO
GPS DIFERENCIAL	CHCNAV	I90

GEOPERU S.A.C.; Certifica:

Que el SET GPS CHCNAV I90 BASE Y ROVER-

- ✓ RECEPTORES SERIES N.º 3495898 - 3495906
- ✓ COLECTORA MODELO HCE600 CON SERIE N.º 6205301370

Se encuentran 100% operativos.

❖ GPS (Base) N.º 3495898

Revisión de conectores, verificación Funcionamiento y puertos de comunicación, revisión, recepción de satélites, revisión niveles de recepción satélites, verificación de firmware receptor, comprobación inicialización base.

❖ GPS (Rover) N.º 3495906

Revisión de conectores, verificación Funcionamiento y puertos de comunicación, revisión, recepción de satélites, revisión niveles de recepción satélites, verificación de firmware receptor, comprobación inicialización rover, verificación funcionamiento RTK.

❖ Colecutor de datos N.º 6205301370

Revisión general, Parámetros de transferencia software y hardware y conexiones.

Nota: GEOPERU S.A.C. no se responsabiliza por desajustes y/o des calibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo.

Fecha de Emisión: 31 de MAYO de 2023 FH.	Próxima Calibración: 31 de NOVIEMBRE del 2023	Validez del Certificado: 06 Meses
--	--	--------------------------------------



Carlos H. Huallpa S.
Gerente General
GEOPERU CORPORATION SAC

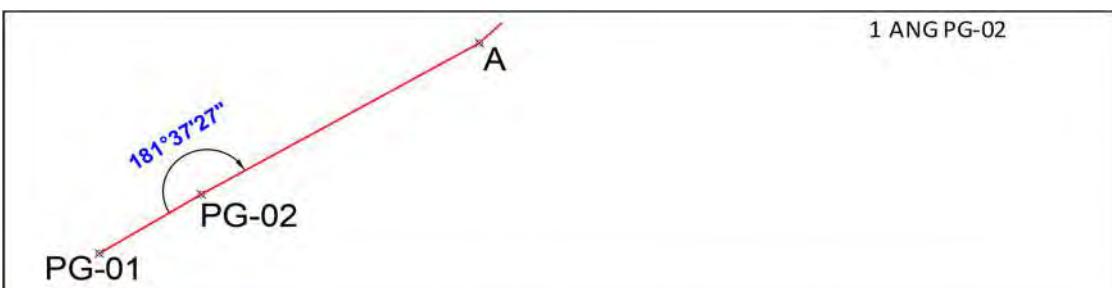


AV. SOL N° 610 – CUSCO (Costado de Prefectura – Migraciones)

Correo: cusco@geoperusac.com

Telf.: (084) 265503 / 961031292; 970090986

Proceso de Medición de Ángulos



HOJA DE CALCULO DE ANGULO PG01-PG-02-A MEDIANTE EL METODO DE REITERACION													
DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
PG-02	PG-01	0	0	0.00	179	59	55.00	0.0000	179.9986	-0.0007	0.0000	0.0000	0.0000
	A	181	37	28.00	361	37	27.00	181.6244	361.6242	181.6243	181.6250	-0.0004	181.6246
	PG-01	359	59	59.00	540	0	1.00	359.9997	540.0003	360.0000	360.0007	-0.0007	360.0000
-0.0007													
PG-02	PG-01	120	0	0.00	299	59	59.00	120.0000	299.9997	119.9999	0.0000	0.0000	0.0000
	A	301	37	26.00	481	37	28.00	301.6239	481.6244	301.6242	181.6243	-0.0001	181.6242
	PG-01	480	0	0.00	660	0	0.00	480.0000	660.0000	480.0000	360.0001	-0.0001	360.0000
-0.0001													
PG-02	PG-01	240	0	0.00	420	0	3.00	240.0000	420.0008	240.0004	0.0000	0.0000	0.0000
	A	421	37	27.00	601	37	23.00	421.6242	601.6231	421.6236	181.6232	0.0005	181.6237
	PG-01	599	59	57.00	779	59	59.00	599.9992	779.9997	599.9994	359.9990	0.0010	360.0000
0.0010													
La medicion PROMEDIO de los 03 series es:				181.6242 corresponde a:				181° 37' 27.0"					



HOJA DE CALCULO DE ANGULO PG02-A-B MEDIANTE EL METODO DE REITERACION													
DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
A	PG-02	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	B	166	8	31.00	346	8	31.00	166.1419	346.1419	166.1419	166.1418	0.0002	166.1420
	PG-02	359	59	59.00	539	59	59.00	359.9997	539.9997	359.9997	359.9996	0.0004	360.0000
0.0004													
A	PG-02	120	0	0.00	300	0	1.00	120.0000	300.0003	120.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	B	286	8	30.00	466	8	30.00	286.1417	466.1417	286.1417	166.1415	0.0002	166.1417
	PG-02	479	59	60.00	659	59	58.00	480.0000	659.9994	479.9997	359.9996	0.0004	360.0000
0.0004													
A	PG-02	240	0	0.00	420	0	0.00	240.0000	420.0000	240.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B	406	8	32.00	586	8	31.00	406.1422	586.1419	406.1421	166.1421	0.0000	166.1421
	PG-02	599	59	59.00	780	0	1.00	599.9997	780.0003	600.0000	360.0000	0.0000	360.0000
0.0000													
La medicion PROMEDIO de los 03 series es:				166.1419 corresponde a:				166° 8' 31.0"					

3 ANG B

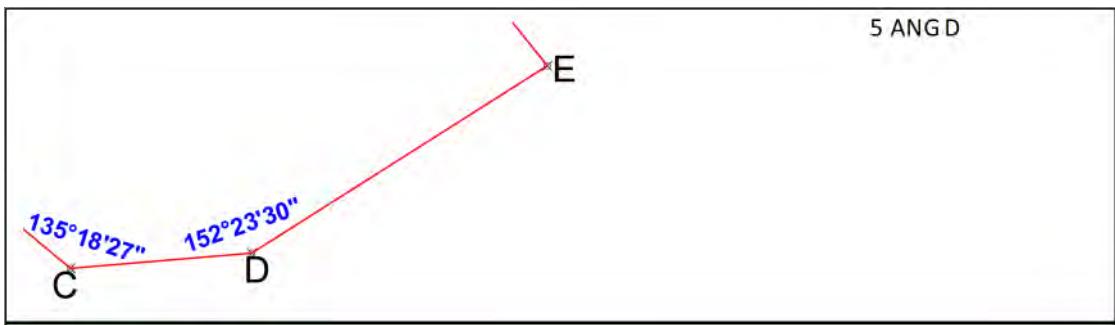
HOJA DE CALCULO DE ANGULO A-B-C MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
B	A	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	C	263	35	16.00	443	35	17.00	263.5878	443.5881	263.5879	263.5878	0.0004	263.5882
	A	359	59	59.00	539	59	58.00	359.9997	539.9994	359.9996	359.9994	0.0006	360.0000
										0.0006			
B	A	120	0	0.00	300	0	1.00	120.0000	300.0003	120.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	C	383	35	16.00	563	35	19.00	383.5878	563.5886	383.5882	263.5881	0.0002	263.5883
	A	480	0	1.00	659	59	58.00	480.0003	659.9994	479.9999	359.9997	0.0003	360.0000
										0.0003			
B	A	240	0	0.00	420	0	0.00	240.0000	420.0000	240.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	C	503	35	18.00	683	35	18.00	503.5883	683.5883	503.5883	263.5883	0.0002	263.5885
	A	599	59	59.00	779	59	59.00	599.9997	779.9997	599.9997	359.9997	0.0003	360.0000
										0.0003			
La medición PROMEDIO de los 03 series es: 263.5883 corresponde a: 263º 35' 18.0"													

4 ANG C

HOJA DE CALCULO DE ANGULO B-C-D MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
C	B	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	D	135	18	25.00	315	18	28.00	135.3069	315.3078	135.3074	135.3072	0.0001	135.3073
	B	359	59	59.00	540	0	0.00	359.9997	540.0000	359.9999	359.9997	0.0003	360.0000
										0.0003			
C	B	120	0	0.00	300	0	1.00	120.0000	300.0003	120.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	D	255	18	25.00	435	18	29.00	255.3069	435.3081	255.3075	135.3074	0.0001	135.3075
	B	480	0	1.00	659	59	59.00	480.0003	659.9997	480.0000	359.9999	0.0001	360.0000
										0.0001			
C	B	240	0	0.00	420	0	1.00	240.0000	420.0003	240.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	D	375	18	27.00	555	18	28.00	375.3075	555.3078	375.3076	135.3075	0.0002	135.3077
	B	599	59	59.00	779	59	59.00	599.9997	779.9997	599.9997	359.9996	0.0004	360.0000
										0.0004			
La medición PROMEDIO de los 03 series es: 135.3075 corresponde a: 135º 18' 27.0"													



HOJA DE CALCULO DE ANGULO C-D-E MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

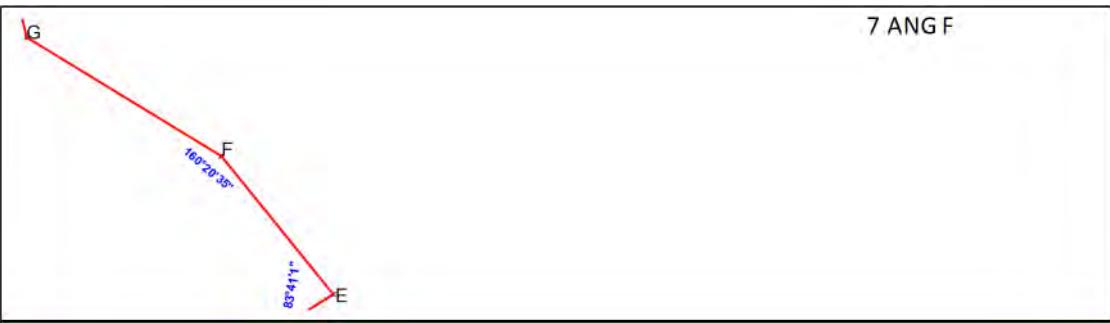
DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
D	C	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	E	152	23	28.00	332	23	31.00	152.3911	332.3919	152.3915	152.3914	0.0002	152.3916
	C	359	59	59.00	539	59	58.00	359.9997	539.9994	359.9996	359.9994	0.0006	360.0000
0.0006													
D	C	120	0	0.00	300	0	2.00	120.0000	300.0006	120.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	E	272	23	28.00	452	23	31.00	272.3911	452.3919	272.3915	152.3913	0.0001	152.3914
	C	480	0	1.00	659	59	59.00	480.0003	659.9997	480.0000	359.9997	0.0003	360.0000
0.0003													
D	C	240	0	0.00	420	0	0.00	240.0000	420.0000	240.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	E	392	23	30.00	572	23	32.00	392.3917	572.3922	392.3919	152.3919	0.0001	152.3920
	C	600	0	0.00	779	59	58.00	600.0000	779.9994	599.9997	359.9997	0.0003	360.0000
0.0003													
La medición PROMEDIO de las 03 series es:							152.3917 correspondiente a:			152°	23'	28.0"	

La medición PROMEDIO de los 03 series es: 152.3917 corresponde a: 152º 23' 30.0"



HOJA DE CALCULO DE ANGULO D-E-F MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
E	D	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	F	83	41	1.00	263	41	2.00	83.6836	263.6839	83.6838	83.6836	0.0001	83.6837
	D	359	59	59.00	539	59	58.00	359.9997	539.9994	359.9996	359.9994	0.0006	360.0000
0.0006													
E	D	120	0	0.00	300	0	2.00	120.0000	300.0006	120.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	F	203	41	0.00	383	41	1.00	203.6833	383.6836	203.6835	83.6832	0.0002	83.6834
	D	480	0	1.00	659	59	56.00	480.0003	659.9989	479.9996	359.9993	0.0007	360.0000
0.0007													
E	D	240	0	0.00	419	59	59.00	240.0000	419.9997	239.9999	0.0000	0.0000	0.0000
	F	323	41	2.00	503	41	0.00	323.6839	503.6833	323.6836	83.6837	0.0000	83.6837
	D	599	59	59.00	780	0	1.00	599.9997	780.0003	600.0000	360.0001	-0.0001	360.0000
-0.0001													
La medicion PROMEDIO de los 03 series es:				83.6836 corresponde a:				83°		41'	1.0"		

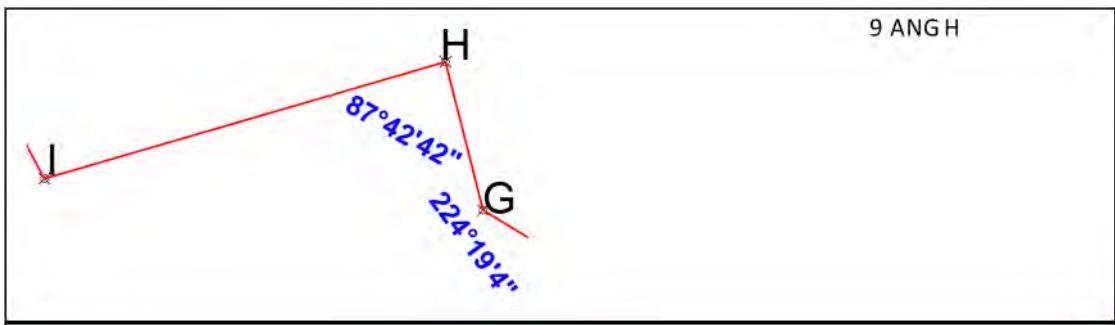


HOJA DE CALCULO DE ANGULO E-F-G MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

La medición PROMEDIO de los 03 series es: **160.3431** corresponde a: **160°** **20'** **35.0"**

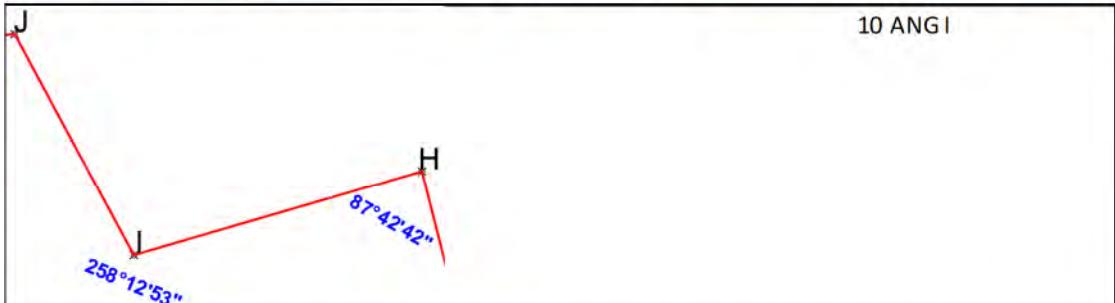


HOJA DE CALCULO DE ANGULO F-G-H MEDIANTE EL METODO DE REITERACION



HOJA DE CALCULO DE ANGULO G-H-I MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
H	G	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	I	87	42	42.00	267	42	44.00	87.7117	267.7122	87.7119	87.7118	0.0001	87.7119
	G	359	59	59.00	539	59	58.00	359.9997	539.9994	359.9996	359.9994	0.0006	360.0000
0.0006													
H	G	120	0	0.00	300	0	2.00	120.0000	300.0006	120.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	I	207	42	42.00	387	42	41.00	207.7117	387.7114	207.7115	87.7113	0.0002	87.7115
	G	480	0	1.00	659	59	56.00	480.0003	659.9989	479.9996	359.9993	0.0007	360.0000
0.0007													
H	G	240	0	0.00	420	0	1.00	240.0000	420.0003	240.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	I	327	42	44.00	507	42	40.00	327.7122	507.7111	327.7117	87.7115	0.0001	87.7116
	G	599	59	59.00	779	59	58.00	599.9997	779.9994	599.9996	359.9994	0.0006	360.0000
0.0006													
La medición PROMEDIO de los 03 series es:				87.7117 corresponde a:				87º		42'	42.0"		



HOJA DE CALCULO DE ANGULO $H-I-J$ MEDIANTE EL METODO DE REITERACION

DIRECTA				TRANSITO									
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
I	H	0	0	0.00	180	0	0.00	0.0000	180.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	J	258	12	52.00	438	12	50.00	258.2144	438.2139	258.2142	258.2142	0.0003	258.2145
	H	359	59	59.00	539	59	58.00	359.9997	539.9994	359.9996	359.9996	0.0004	360.0000
0.0004													
I	H	120	0	0.00	300	0	0.00	120.0000	300.0000	120.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	J	378	12	52.00	558	12	52.00	378.2144	558.2144	378.2144	258.2144	0.0001	258.2145
	H	480	0	1.00	659	59	58.00	480.0003	659.9994	479.9999	359.9999	0.0001	360.0000
0.0001													
I	H	240	0	0.00	420	0	0.00	240.0000	420.0000	240.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	J	498	12	54.00	678	12	53.00	498.2150	678.2147	498.2149	258.2149	0.0003	258.2152
	H	599	59	59.00	779	59	58.00	599.9997	779.9994	599.9996	359.9996	0.0004	360.0000
0.0004													
La medicion PROMEDIO de los 03 series es:							258.2147 corresponde a:			258º	12'	53.0"	

HOJA DE CALCULO DE ANGULO I-J-PG03 MEDIANTE EL METODO DE REITERACION													
DIRECTA						TRANSITO							
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
J	I	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	PG03	112	46	49.00	292	46	51.00	112.7803	292.7808	112.7806	112.7804	0.0001	112.7805
	I	359	59	59.00	540	0	0.00	359.9997	540.0000	359.9999	359.9997	0.0003	360.0000
0.0003													
J	I	120	0	0.00	300	0	2.00	120.0000	300.0006	120.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	PG03	232	46	49.00	412	46	51.00	232.7803	412.7808	232.7806	232.7803	0.0001	232.7804
	I	480	0	1.00	659	59	59.00	480.0003	659.9997	480.0000	359.9997	0.0003	360.0000
0.0003													
J	I	240	0	0.00	420	0	0.00	240.0000	420.0000	240.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	PG03	352	46	50.00	532	46	51.00	352.7806	532.7808	352.7807	112.7807	0.0001	112.7808
	I	599	59	59.00	779	59	58.00	599.9997	779.9994	599.9996	359.9996	0.0004	360.0000
0.0004													
La medición PROMEDIO de los 03 series es: 112.7806 corresponde a: 112° 46' 50.0"													

HOJA DE CALCULO DE ANGULO J-PG03-PG04 MEDIANTE EL METODO DE REITERACION													
DIRECTA						TRANSITO							
EST	PTO	G	M	S	G	M	S	DIRECTA	TRANSITO	PROM.	CORR AL ORIGEN	COMP	ANG CORR.
PG-03	J	0	0	0.00	180	0	1.00	0.0000	180.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	PG03	216	9	25.00	396	9	25.00	216.1569	396.1569	216.1569	216.1568	0.0003	216.1571
	J	359	59	59.00	539	59	58.00	359.9997	539.9994	359.9996	359.9994	0.0006	360.0000
0.0006													
PG-03	J	120	0	0.00	300	0	2.00	120.0000	300.0006	120.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	PG03	336	9	25.00	516	9	26.00	336.1569	516.1572	336.1571	216.1568	0.0004	216.1572
	J	480	0	1.00	659	59	56.00	480.0003	659.9989	479.9996	359.9993	0.0007	360.0000
0.0007													
PG-03	J	240	0	0.00	420	0	1.00	240.0000	420.0003	240.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	PG03	456	9	27.00	636	9	25.00	456.1575	636.1569	456.1572	216.1571	0.0003	216.1574
	J	599	59	59.00	779	59	58.00	599.9997	779.9994	599.9996	359.9994	0.0006	360.0000
0.0006													
La medición PROMEDIO de los 03 series es: 216.1572 corresponde a: 216° 9' 26.0"													

Cuadro de Recolección de Distancias Horizontales

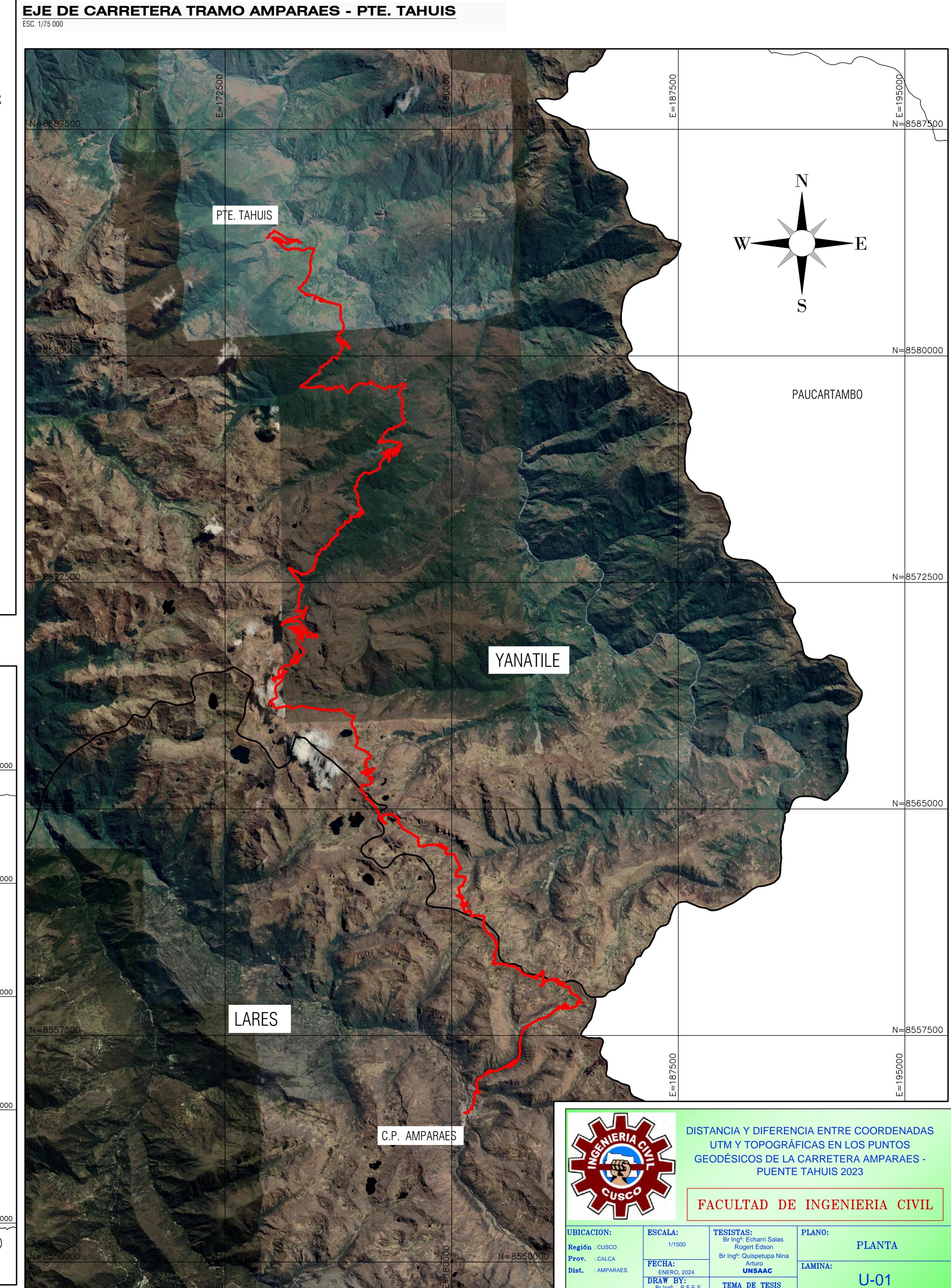
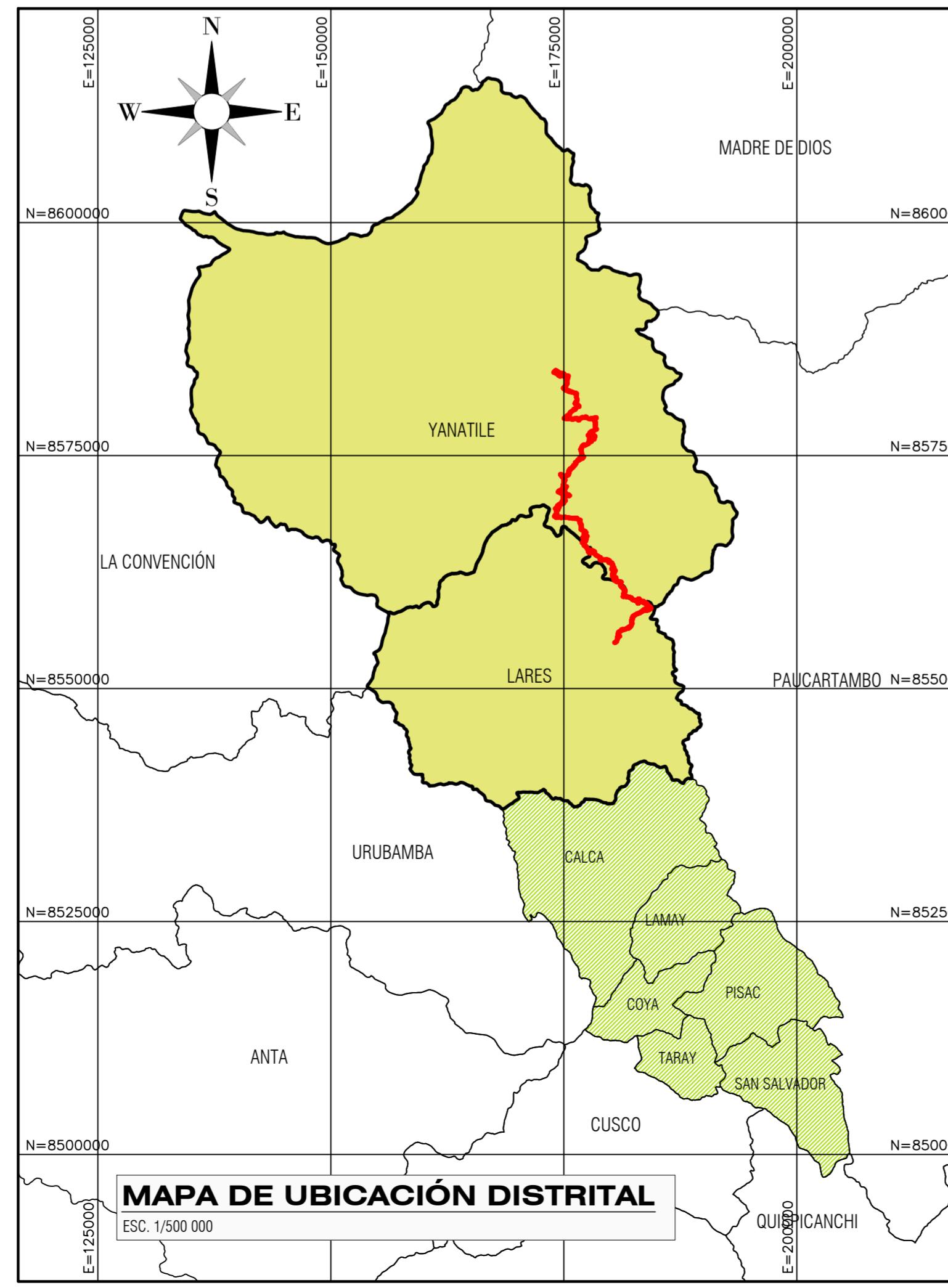
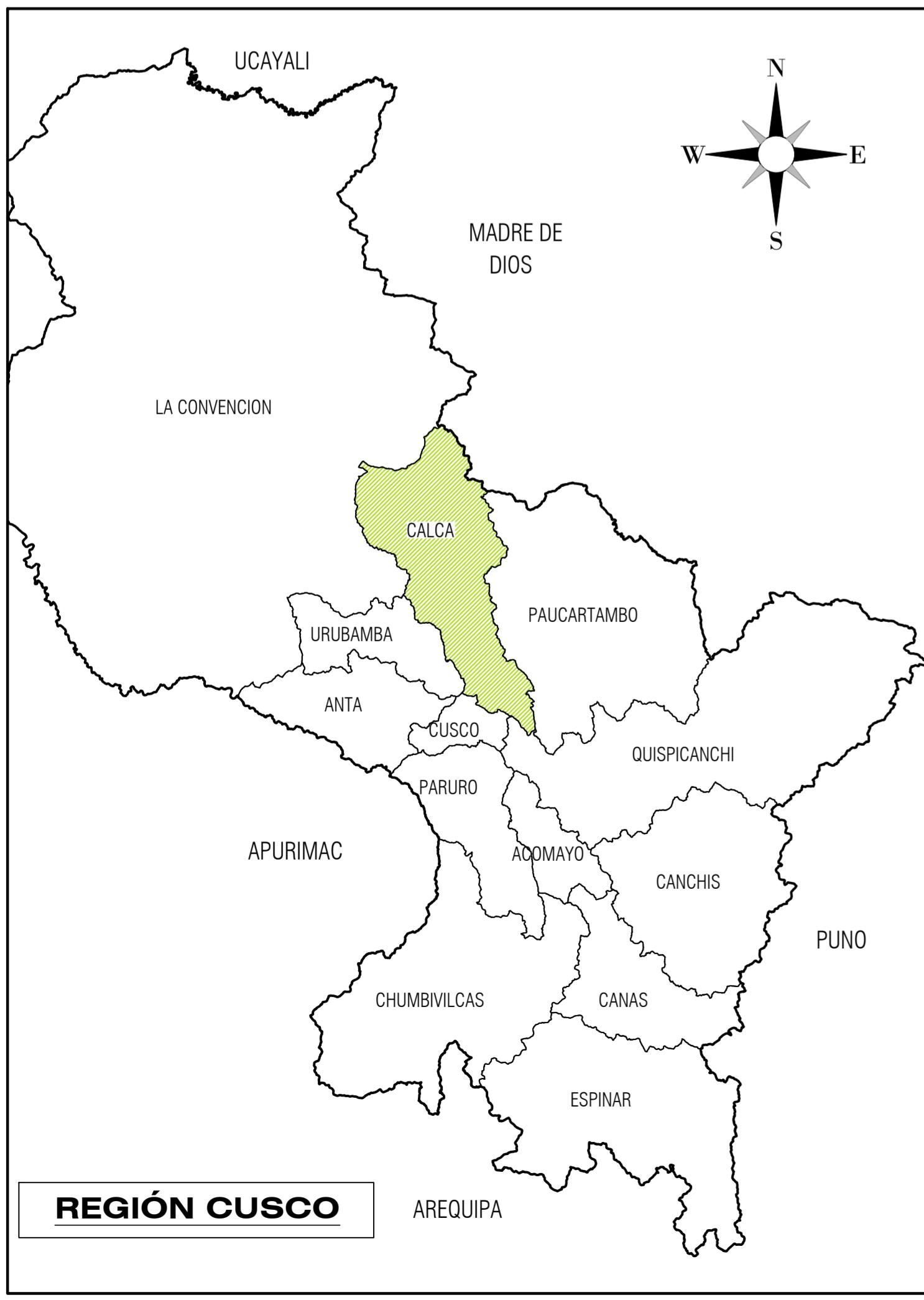
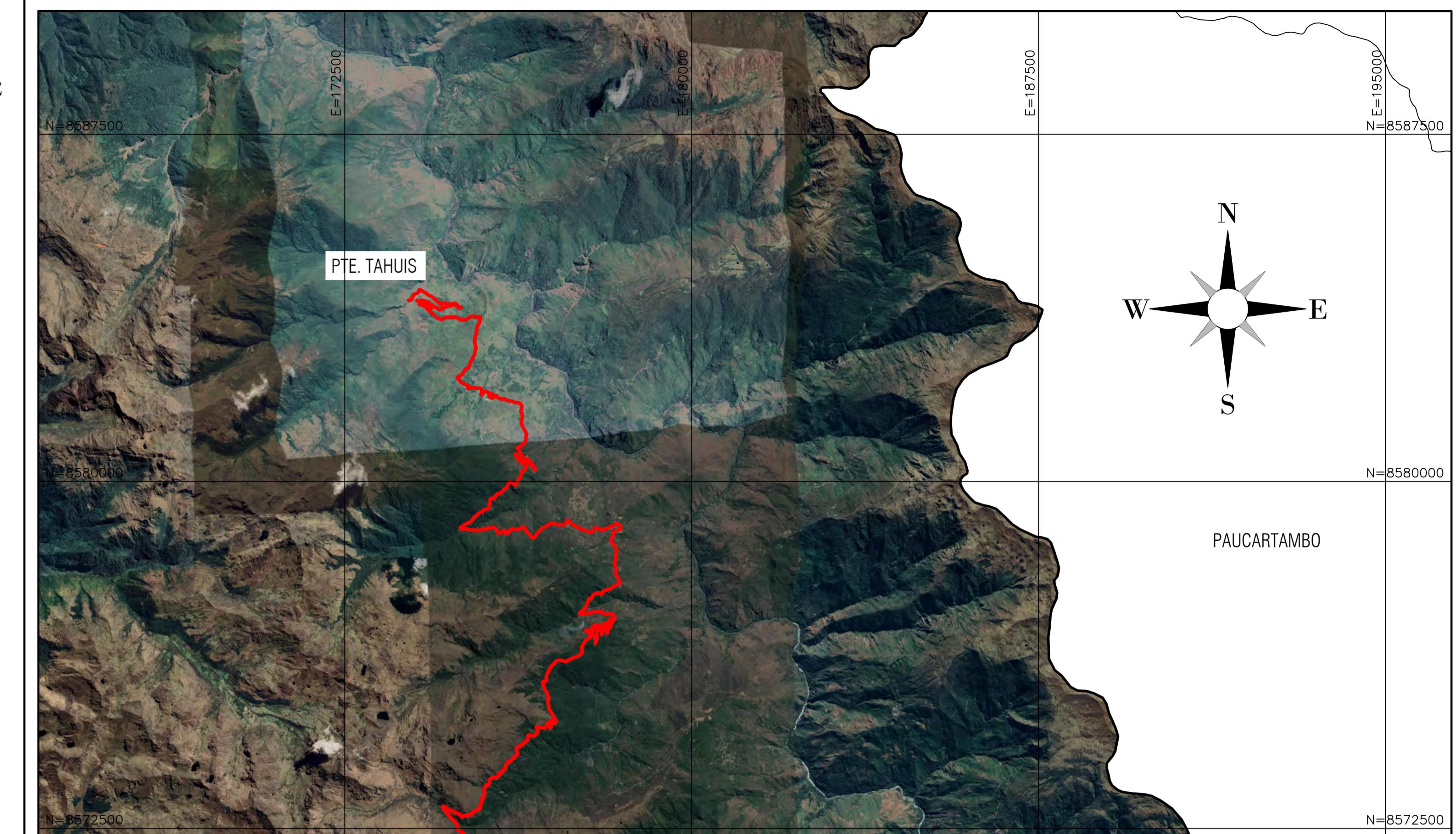
DISTANCIA		MEDIDA HORIZONTAL		PROMEDIO
PG-02-A	PG-02	A	395.605	395.604
	A	PG-02	395.603	
A-B	A	B	276.603	276.602
	B	A	276.601	
B-C	B	C	118.701	118.7
	C	B	118.699	
C-D	C	D	207.932	207.931
	D	C	207.93	
D-E	D	E	400.277	400.276
	E	D	400.275	
E-F	E	F	403.414	403.413
	F	E	403.412	
F-G	F	G	515.234	515.233
	G	F	515.232	
G-H	G	H	151.166	151.165
	H	G	151.164	
H-I	H	I	409.751	409.75
	I	H	409.749	
I-J	I	J	344.443	344.442
	J	I	344.441	
J-PG03	J	PG03	455.624	455.623
	PG03	J	455.622	
PG03-PG04	PG03	PG04	160.029	160.028
	PG04	PG03	160.027	

Planos



EJE DE CARRETERA TRAMO AMPARAES - PTE. TAHUIS

ESC. 1/5 000



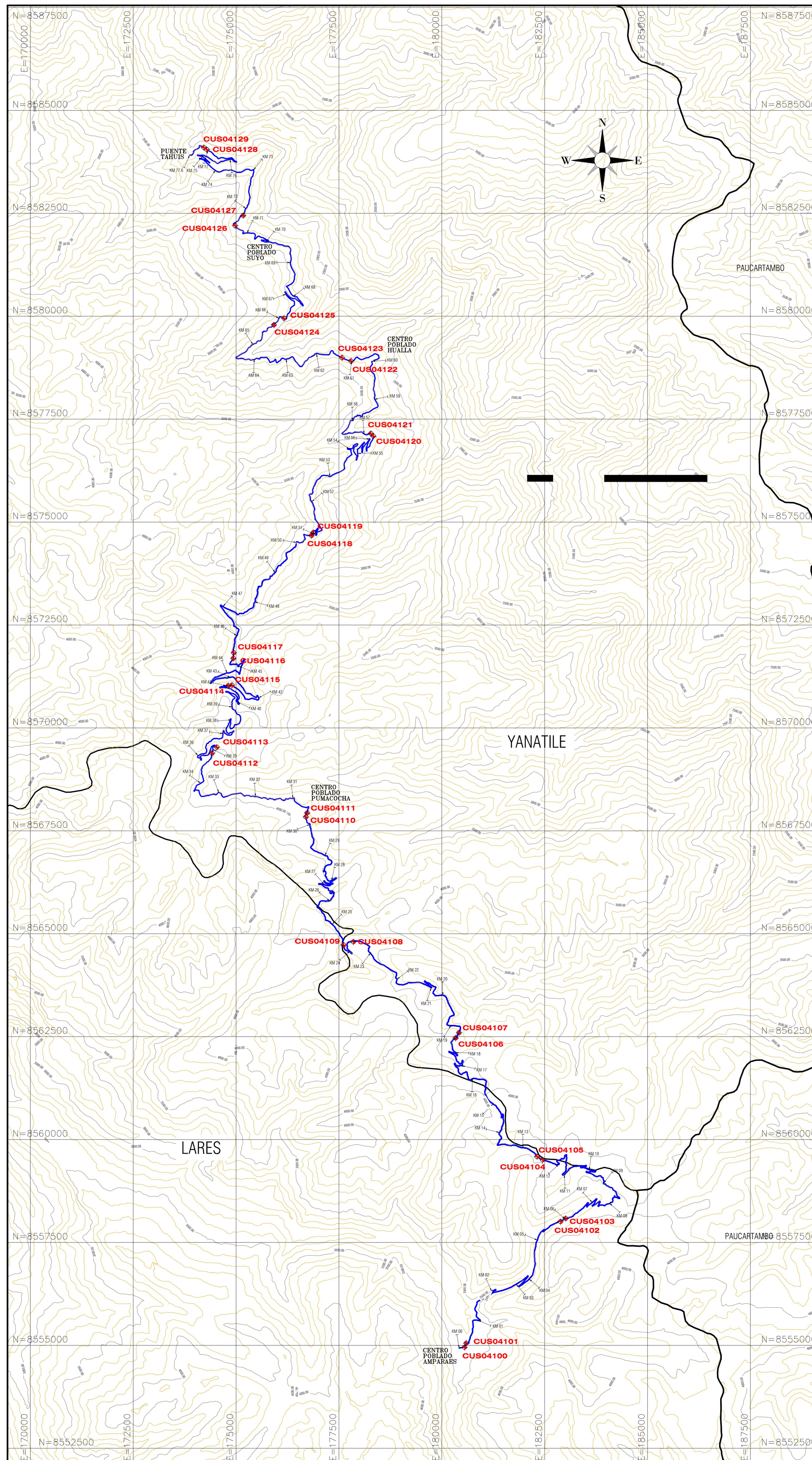
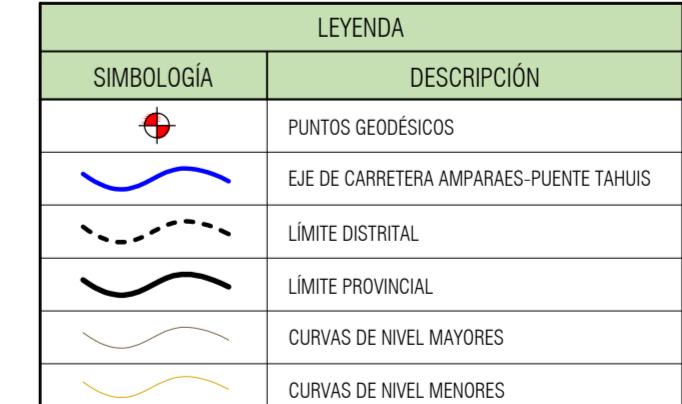


TABLA DE COORDENADAS GEODÉSICAS			
Código	Latitud (S)	Longitud (O)	Altura Elipsoidal (m)
CUS04100	13°03'17.10821"	71°56'43.00549"	3421.332
CUS04101	13°03'13.94274"	71°56'41.58137"	3419.713
CUS04102	13°01'38.75117"	71°55'24.53298"	3808.966
CUS04103	13°01'36.29556"	71°55'20.33618"	3804.451
CUS04104	13°00'49.88045"	71°55'38.31306"	4039.993
CUS04105	13°00'47.16635"	71°55'42.84150"	4051.135
CUS04106	12°59'12.81036"	71°56'47.30053"	3893.837
CUS04107	12°59'08.62163"	71°56'44.51529"	3872.052
CUS04108	12°57'55.87580"	71°58'08.78006"	4064.471
CUS04109	12°57'58.27655"	71°58'16.68500"	4130.850
CUS04110	12°56'16.85176"	71°58'45.81659"	3913.539
CUS04111	12°56'13.65985"	71°58'44.79652"	3918.817
CUS04112	12°55'25.57724"	72°00'00.85119"	4012.067
CUS04113	12°55'20.92077"	71°59'56.89620"	4030.283
CUS04114	12°54'32.43970"	71°59'47.14288"	3868.908
CUS04115	12°54'32.01825"	71°59'44.07040"	3863.033
CUS04116	12°54'10.94290"	71°59'42.77457"	3597.651
CUS04117	12°54'06.49859"	71°59'42.35412"	3588.607
CUS04118	12°52'34.69500"	71°58'38.74552"	3370.809
CUS04119	12°52'32.42471"	71°58'37.22466"	3364.374
CUS04120	12°51'16.65223"	71°57'48.02292"	2929.787
CUS04121	12°51'14.60934"	71°57'49.94871"	2922.832
CUS04122	12°50'17.17553"	71°58'05.25604"	2763.797
CUS04123	12°50'14.47610"	71°58'12.41769"	2757.671
CUS04124	12°49'47.97936"	71°59'06.97032"	2591.812
CUS04125	12°49'42.80209"	71°58'58.75915"	2598.310
CUS04126	12°48'29.16007"	71°59'37.30394"	2303.468
CUS04127	12°48'21.28856"	71°59'30.70632"	2307.072
CUS04128	12°47'28.76104"	71°59'59.44667"	2129.132
CUS04129	12°47'27.32663"	72°00'01.66179"	2126.311

SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84

TABLA DE COORDENADAS UTM			
Código	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)
CUS04100	180552.859	8554953.596	3379.139
CUS04101	180594.668	8555051.450	3377.531
CUS04102	182884.081	8558005.932	3767.101
CUS04103	183009.766	8558082.910	3762.594
CUS04104	182451.229	8559504.152	3998.298
CUS04105	182313.705	8559586.051	4009.449
CUS04106	180336.222	8562465.525	3852.480
CUS04107	180418.736	8562595.322	3830.709
CUS04108	177851.197	8564803.167	4023.387
CUS04109	177613.617	8564726.555	4089.758
CUS04110	176698.516	8567835.721	3872.811
CUS04111	176728.145	8567934.249	3878.100
CUS04112	174416.432	8569386.270	3971.534
CUS04113	174534.073	8569530.885	3989.766
CUS04114	174810.877	8571025.430	3828.565
CUS04115	174903.425	8571039.476	3822.691
CUS04116	174934.946	8571688.132	3557.385
CUS04117	174946.035	8571824.970	3548.358
CUS04118	176832.445	8574670.815	3330.895
CUS04119	176877.527	8574741.172	3324.468
CUS04120	178335.293	8577088.748	2890.169
CUS04121	178276.455	8577150.909	2883.221
CUS04122	177794.166	8578911.988	2724.399
CUS04123	177577.079	8578992.519	2718.283
CUS04124	175921.291	8579788.422	2552.517
CUS04125	176167.263	8579950.522	2559.035
CUS04126	174977.687	8582201.977	2264.460
CUS04127	175174.017	8582446.381	2268.094
CUS04128	174287.784	8584051.864	2090.342
CUS04129	174220.408	8584095.205	2087.526

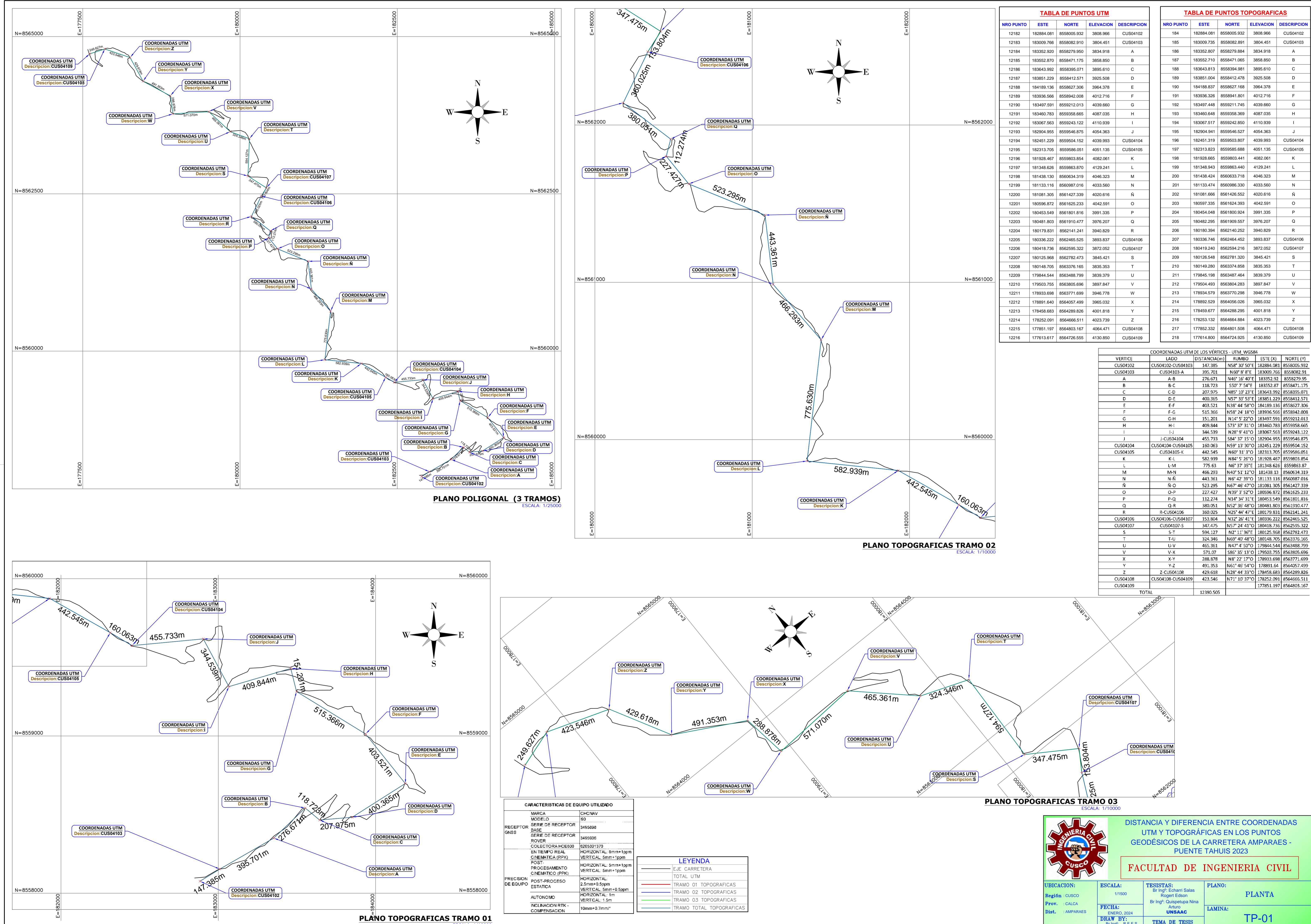
SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84 / ZONA 19S



DISTANCIA Y DIFERENCIA ENTRE COORDENADAS UTM Y TOPOGRÁFICAS EN LOS PUNTOS GEODÉSICOS DE LA CARRETERA AMPARAES - PUENTE TAHUIS 2023

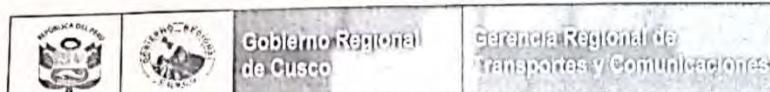


UBICACION: Región : CUSCO Prov. : CALCA Dist. : AMPARAES	ESCALA: 1/1500	TESISTAS: Br Ingº: Echarri Salas Rogert Edson Br Ingº: Quispetupa Nina Arturo UNSAAC	PLANO: PLANTA
	FECHA: ENERO, 2024		LAMINA:
	DRAW BY: Br Ingº: R.E.E.S	TEMA DE TESIS	PG-01



Documento de Recepción de Coordenadas

11



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

MEMORANDUM N° 1235-2023-GR-CUSCO-GRTC.

A : Abog. HUBERT QUISOCALA RAMOS
Secretario General del Gobierno Regional de Cusco

Asunto : REMITE INFORMACION ACERCA DE COORDENADAS UTM

Ref. : a) MEMORANDUM N° 487-2023-GR CUSCO/SG
b) INFORME N° 072-2023-GR-CUSCO-GRTC-GCTC-UFE/EACC
c) INFORME N° 537-2023-GR CUSCO-GRTC-SGCTC-UFE-JHU
d) INFORME N° 1837-2023-GR CUSCO-GRTC-SGCTC/MVGA

Fecha : Cusco, 14 de junio del 2023



Por medio del presente, me dirijo a usted en atención al documento de la referencia a) para remitirle la información solicitada como sigue:

Que, mediante documento de la referencia b) suscrito por el Ing. Eddy Ángel Cahuana Ccasa, Ingeniero Proyectista y Evaluador de Proyectos de Inversión, remite Cuadro de Coordenadas UTM de Puntos Geodésico del Expediente Técnico "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO".

Que, mediante los documentos c) y d) se remite el INFORME N° 072-2023-GR-CUSCO-GRTC-GCTC-UFE/EACC, con el que se da respuesta al MEMORANDUM N° 487-2023-GR CUSCO/SG.

Por lo que se sirva tener en cuenta la presente comunicación y el contenido de los documentos que se adjuntan al presente.

Se adjuntan al presente los siguientes documentos:

- En fs. 11 INFORME N° 1837-2023-GR CUSCO-GRTC-SGCTC/MVGA y actuados para su conocimiento y determinación correspondiente.

Atentamente,



<i>Secretaría General</i>	
Registro N°	1590
Fecha:	15 JUN. 2023
Pase:	RECIBIDO
Para:	Marta e Díazón.
[Redacted]	



Raúl
15/06/23
12:30 pm

CARGO



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

MEMORANDUM N°1178-2023-GR-CUSCO-GRTC.

A : C.P.C. LUIS ENRIQUE NINA YUPANQUI.
Jefe de la Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Modernización.

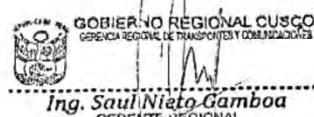
Asunto : Encargatura de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones.

Fecha : Cusco, 07 de junio del 2023.

Por medio del presente me dirijo a usted para comunicarle que, el dia 9,12,13,14 de junio realizare un viaje de comisión a la provincia de Canchis, Espinar y posteriormente se realizará el viaje a la provincia de la Convención, Khepushiato, para realizar coordinaciones con las autoridades de las provincias en mención, por lo que asumirá la ENCARGATURA de la GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES CUSCO, los días 9,12,13,14 de junio con todas las responsabilidades inherentes a su cargo y atribuciones correspondientes, bajo responsabilidad.

Es lo que se dispone para su cumplimiento.

Atentamente,



CC
Of. Administración
Of. Recursos Humanos
Archivo
SNG

09

		Gobierno Regional del Cusco Caja de Pensiones y Fondos de Pensiones Gobernación del Cusco	Sub Gerencia de Cobertura en Transportes y Comunicaciones
<i>"Decenio de Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"</i> <i>"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"</i>			
INFORME N° 1837 - 2023-GR CUSCO-GRTC-SGCTC/MVGA			
RECIBIDO			
Folio: 13 JUN 2023			
PARA	ING. SAUL NIETO GAMBOA GERENTE REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES		
DE	MARIO VLADIMIR GARCIA ACURIO SUB GERENTE DE COBERTURA EN TRANSPORTES Y COMUNICACIONES		
ASUNTO	REMITO INFORMACIÓN ACERCA DE COORDENADAS UTM		
REF	INFORME N°537-2023-GR CUSCO-GRTC-SGCTC-UFE-JHU.		
FECHA	Cusco, 13 de junio del 2023.		

Previo un cordial saludo, me dirijo a Usted, con la finalidad de remitirle adjunto al presente, el informe de la referencia emitido por el Ing. JOSE HUANCACHOQUE USCA, jefe de la UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS remitiendo el informe sobre CUADRO DE COORDENADAS UTM DE PUNTOS GEODESICO DEL EXPEDIENTE TÉCNICO "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO", presentado por el Ing. EDDY ANGEL CAHUANA CCASA Ingeniero Proyectista de la Unidad Funcional de Estudios.

En merito a lo expuesto en el informe emitido por el Jefe de la Unidad Funcional de Estudios, la Sub Gerencia de Cobertura en Transportes y Comunicaciones, solicita remitir el Presente al Mgt. Yunder Labra Corrales, Secretario General del Gobierno Regional Cusco para su atención y trámite correspondiente.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Es todo cuanto informo para su conocimiento y fines consiguientes.

Atentamente

MARIO VLADIMIR GARCIA ACURIO
SUB GERENTE DE COBERTURA
CIR 106470

!Haqamos

Av. Tomasa Triana Condernaya N° 1101 - Wanchaq
Central Telefónica (084) 640104
www.gob.pe/regioncusco

Escaneado con CamScanner

					GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES SUBDIRECCIÓN DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
<i>"Declaro de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"</i> <i>"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"</i>					RECIBIDO
					Fecha: 09 JUN 2023
					Un Reg. 3501 Firma: 8 Hora: 3:58
					Fol.: 08

INFORME N° 537-2023-GR CUSCO-GRTC-SGCTC-UFE-JH

A : ING. MARIO VLADIMIR GARCIA ACURIO
SUB GERENTE DE COBERTURA EN TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

ASUNTO : REMITO CUADRO DE COORDENADAS UTM DE PUNTOS GEODESICO DEL EXPEDIENTE TÉCNICO "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO".

REFERENCIA : a) INFORME N°072-2023-GR-CUSCO-GRTC-GCTC-UFE/EACC

FECHA : Cusco, 09 de junio del 2023

Previo cordial saludo me dirijo a usted, con la finalidad de remitirle adjunto al presente el documento de la referencia, elaborado por el ING. EDDY ANGEL CAHUANA CCASA, ingeniero proyectista de la Unidad Funcional de Estudios, remite información del cuadro de coordenadas UTM de los 30 puntos geodésicos del Servicio: Establecimiento de 30 puntos geodésicos de orden C para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO".

Al respecto, informo a su Despacho donde concluye y recomienda lo siguiente:

1. En referencia a la información solicitada se encontró en el acervo documentario de la unidad funcional de estudio, el cuadro de los 30 puntos geodésicos en coordenadas UTM del Servicio: Establecimiento de 30 puntos geodésicos de orden C para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO", los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Código	Este	Norte	Elevación (m)
CUS04100	180552.859	8554953.596	3379.139
CUS04101	180594.668	8555051.450	3377.531
CUS04102	182884.081	8558005.932	3767.101
CUS04103	183009.766	8558082.910	3762.594
CUS04104	182451.229	8559504.152	3998.298
CUS04105	182313.705	8559586.051	4009.449
CUS04106	180336.222	8562465.525	3852.480
CUS04107	180418.736	8562595.322	3830.709
CUS04108	177851.197	8564803.167	4023.387
CUS04109	177613.617	8564726.555	4089.758



Hagamos
HISTORIA

Av. Tomasa Tito Condemaya N°1101 – Wánchaq
Central Telefónica (084) 640104
www.oob.pe/relojonusco

Pág. 1 / 2

67

		Gobierno Regional de Cusco	Gerencia Regional Transportes y Comunicaciones	Sub Gerencia de Cobertura en Transportes y Comunicaciones	UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS
<i>"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"</i>					
<i>Sistema de referencia: WGS84 / Zona 19S</i>					
CUS04110	176698.516	8567835.721	3872.811		
CUS04111	176728.145	8567934.249	3878.100		
CUS04112	174416.432	8569386.270	3971.534		
CUS04113	174534.073	8569530.885	3989.766		
CUS04114	174810.877	8571025.430	3828.565		
CUS04115	174903.425	8571039.476	3822.691		
CUS04116	174934.946	8571688.132	3557.385		
CUS04117	174946.035	8571824.970	3548.358		
CUS04118	176832.445	8574670.815	3330.895		
CUS04119	176877.527	8574741.172	3324.468		
CUS04120	178335.293	8577088.748	2890.169		
CUS04121	178276.455	8577150.909	2883.221		
CUS04122	177794.166	8578911.988	2724.399		
CUS04123	177577.079	8578992.519	2718.283		
CUS04124	175921.291	8579788.422	2552.517		
CUS04125	176167.263	8579950.522	2559.035		
CUS04126	174977.687	8582201.977	2264.460		
CUS04127	175174.017	8582446.381	2268.094		
CUS04128	174287.784	8584051.864	2090.342		
CUS04129	174220.408	8584095.205	2087.526		

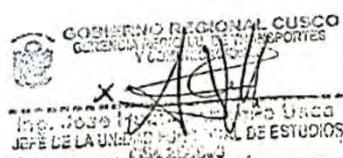
2. Visto el análisis, se remite la información encontrada en la Unidad Funcional de Estudios.

Es cuanto informo a usted, para su revisión y conocimiento

SE ADJUNTA:

- INFORME N°072-2023-GR-CUSCO-GRTC-GCTC-UFE/EACC
- MEMORANDUM N° 487-2023-GR CUSCO/SG

Atentamente,



Se adjunta:
C.c.:
Archivo

Hagamos

Av. Tomás Túlio Condemayta N°1101 - Wánchaq
Central Telefónica (084) 640104

Pág. 2/2

Escaneado con CamScanner



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

MEMORÁNDUM N° 047-2023-GR-CUSCO-GRTC-SGCTC-UFE-JHU

PARA : ING. ABEL CONDORI VILLA
PROYECTISTA Y EVALUADOR DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

DE : ING. JOSE HUANCACHOQUE USCA
JEFE (e) DE LA UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS

ASUNTO : ENCARGATURA DE LA UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS

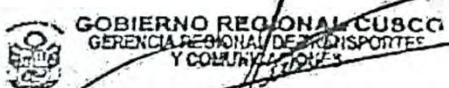
REFERENCIA : MEMORANDUM N° 1173-2023-GR-CUSCO-GRTC

FECHA : Cusco, 07 de junio del 2023

Por medio del presente, la Unidad Funcional de Estudios, le comunica a Usted que, por el día viernes 09 de junio del presente año, deberá asumir la **ENCARGATURA** como **JEFE DE LA UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS**.

Sin otro particular se le recomienda cumplir con responsabilidad y eficiencia las funciones encomendadas en beneficio de nuestra institución, sugiere tomar las presiones del caso para su cumplimiento, bajo su responsabilidad.

Atentamente,



Ing. Abel Condori Villa
INGENIERO CIVIL
CIP: 198681

		Gobierno Regional de CUSCO	Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones	Sub Gerencia de Cobertura en Transportes y Comunicaciones	UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS GOBIERNO REGIONAL CUSCO GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"					05
INFORME N°072-2023-GR-CUSCO-GRTC-UFE/EACC.					
PARA	: ING. JOSE HUANCACHOQUE USCA. Jefe (E) de la Unidad Funcional de Estudios de la GRTC				RECEBIDO 09 JUN 2023
ASUNTO	: REMITO CUADRO DE COORDENADAS UTM DE PUNTOS GEODESICO DEL EXPEDIENTE TÉCNICO "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO".				Nº REG. 841 PRMAY 4 HORA: 12:45
REFERENCIA	: MEMORANDUM N° 487-2023-GR CUSCO/SG.				
FECHA	: Cusco, 09 Junio del 2023.				

Previo cordial saludo me dirijo a usted, con relación al documento en referencia, en el cual solicita información del cuadro de coordenadas UTM de los 30 puntos geodésicos del Servicio: Establecimiento de 30 puntos geodésicos de orden C para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO".

I.- ANTECEDENTES:

- 1.1 Con MEMORANDUM N° 487-2023-GR CUSCO/SG de fecha 23 de mayo del 2023, ingresa a la Gerencia General de Transportes y Comunicaciones para su atención correspondiente.
- 1.2 Con PROVEIDO S/N, de fecha 23 de mayo del 2023, por parte de Gerencia General se remite el documento en referencia con el asunto; para su atención y acciones.
- 1.3 Con PROVEIDO S/N, de fecha 24 de mayo del 2023, por parte de Subgerencia de cobertura en transportes y comunicaciones se remite al área de Unidad Funcional de estudios, con el asunto; atención y trámite correspondiente a cargo de quien se encuentra.
- 1.4 Con PROVEIDO S/N, de fecha 29 de mayo del 2023 se me remite el documento en referencia para su atención correspondiente.

II.- ANALISIS TECNICO:

- 2.1 En referencia a la información solicitada se encontró en el acervo documentario de la unidad funcional de estudio, el cuadro de los 30 puntos geodésicos en coordenadas UTM del Servicio: Establecimiento de 30 puntos geodésicos de orden C para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES – PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE – LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO", los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Eddy Angel Cahuana Ccasa
INGENIERO CIVIL

179845
Av. Tomasa Titicaca N°1101 –
Wánchaq

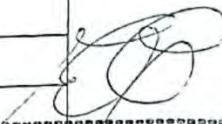
Pág. 1 / 3

Hagamos
HISTORIA

04

		Gobierno Regional de Cusco	Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones	Sub Gerencia de Cobertura en Transportes y Comunicaciones	UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS
<i>"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"</i>					

Código	Este	Norte	Elevación (m)
CUS04100	180552.859	8554953.596	3379.139
CUS04101	180594.668	8555051.450	3377.531
CUS04102	182884.081	8558005.932	3767.101
CUS04103	183009.766	8558082.910	3762.594
CUS04104	182451.229	8559504.152	3998.298
CUS04105	182313.705	8559586.051	4009.449
CUS04106	180336.222	8562465.525	3852.480
CUS04107	180418.736	8562595.322	3830.709
CUS04108	177851.197	8564803.167	4023.387
CUS04109	177613.617	8564726.555	4089.758
CUS04110	176698.516	8567835.721	3872.811
CUS04111	176728.145	8567934.249	3878.100
CUS04112	174416.432	8569386.270	3971.534
CUS04113	174534.073	8569530.885	3989.766
CUS04114	174810.877	8571025.430	3828.565
CUS04115	174903.425	8571039.476	3822.691
CUS04116	174934.946	8571688.132	3557.385
CUS04117	174946.035	8571824.970	3548.358
CUS04118	176832.445	8574670.815	3330.895
CUS04119	176877.527	8574741.172	3324.468
CUS04120	178335.293	8577088.748	2890.169
CUS04121	178276.455	8577150.909	2883.221
CUS04122	177794.166	8578911.988	2724.399
CUS04123	177577.079	8578992.519	2718.283
CUS04124	175921.291	8579788.422	2552.517
CUS04125	176167.263	8579950.522	2559.035
CUS04126	174977.687	8582201.977	2264.460
CUS04127	175174.017	8582446.381	2268.094



Eddy Angel Cahuana Ccasa
INGENIERO CIVIL
179645

Hagamos
HISTORIA

Av. Tomasa Tito Condemaya N°1101 –
Wánchaq

Pág. 2 / 3

03

		Gobierno Regional de Cusco	Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones	Sub Gerencia de Cobertura en Transportes y Comunicaciones	UNIDAD FUNCIONAL DE ESTUDIOS
<i>"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"</i>					
CUS04128	174287.784		8584051.864		2090.342
CUS04129	174220.408		8584095.205		2087.526
<i>Sistema de referencia: WGS84 / Zona 19S</i>					

III.- CONCLUSION:

3.1. Visto el análisis, se remite la información encontrada en la Unidad Funcional de Estudios.

Es cuanto solicito a Ud., para su conocimiento, pronunciamiento y trámite administrativo correspondiente, aprovecho la oportunidad para expresar mis consideraciones de más alta estima.

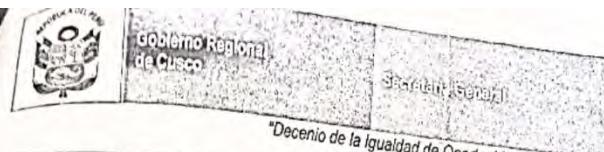
SE ADJUNTA:

- MEMORANDUM N° 487-2023-GR CUSCO/SG.

Atentamente;



Eddy Angel Cahuana Crasta
INGENIERO CIVIL
179645



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para hombres y mujeres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES

TRÁMITE DOCUMENTARIO

RECEBIDO

23 MAYO 2023

Fecha: 23 MAYO 2023

Reg. N°: 5410

Folio N°: 2 Hora: 11:56

MEMORANDUM N° 487 - 2023-GR CUSCO/SG.

A : **ING. SAUL NIETO GAMBOA**
ASUNTO : Gerencia Regional Transportes Y Comunicaciones
requerimiento solicitud de acceso a la información pública
Código: vvlhvrxkx

REFERENCIA : plataforma integral de solicitud digital

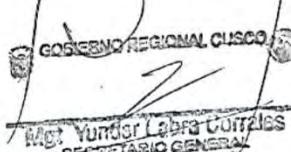
FECHA : Cusco, **23 MAYO 2023**

Por el presente comunico a usted, en atención al documento de la referencia del portal de transparencia2022@regioncusco.gob.pe el administrado **ROGERT EDSON ECHARRI SALAS** solicita lo siguiente:

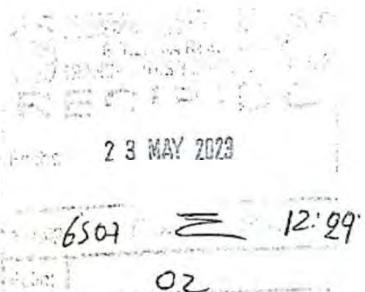
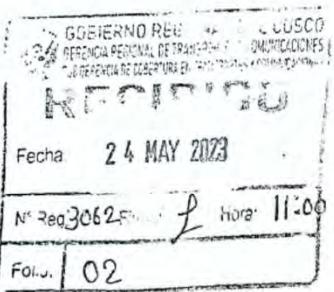
Solicito el cuadro de coordenadas UTM de los 30 puntos geodésicos como resultado del servicio: establecimiento de 30 puntos geodésicos de orden C para el proyecto :" MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSIBILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES - PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE - LARES, PROVINCIA DE CALCA, CUSCO".

En tal sentido le solicitamos disponer a quien corresponda la remisión de la información, considerando los plazos establecidos bajo responsabilidad **a esta dependencia conforme a los documentos adjuntos, que actuara conforme establece la ley N° 27806, de transparencia y acceso a la información pública.**

Atentamente,



M.C. Yuridia Labra Cárdenas
SECRETARIO GENERAL



se adjunta:

- Requerimiento solicitud de acceso a la información pulica-código: **vvlhvrxkx** mismos documentos descritos (02) folios.

Y.L.C/M.B.CH.P.



Solicitud de acceso a la información pública

Respuesta 296 de 297

Código: vvlhvrxkx

Fecha de envío: 19 may 2023 18:21

1. Nombres y apellidos / Razón social: ROGERT EDSON ECHARRI SALAS

2. Edad: 18 años o más

2.1. Tipo de documento de identificación: DNI

2.2. Si seleccionaste Otros, especifica el tipo de documento de identificación::

2.3. Número de documento de identificación: 45738236

3. País de residencia: Perú

3.1. Ubigeo: 80106 - Cusco - Cusco - Santiago

3.2. Dirección: A.H. VALLEJOS SANTONI R-10

4. Correo electrónico: cj.ingenieros.19@gmail.com

5. Teléfono: 953999808

6. Información solicitada: SOLICITO EL CUADRO DE COORDENADAS UTM DE LOS 30 PUNTOS GEODESICO S COMO RESULTADO DEL SERVICIO: ESTABLECIMIENTO DE 30 PUNTOS GEODESICOS DE ORDEN C PARA EL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA DE PARTAMENTAL CU-104 EN EL TRAMO AMPARAES - PUENTE TAHUIS, DISTRITO DE YANATILE - LARES, PR OVINCIA DE CALCA, CUSCO"

7. Adjuntar archivos :

8. Área que tiene la información: GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

9. Forma de entrega de la información : Correo electrónico: gratuito

El usuario acepta la política de privacidad.

Este documento ha sido generado para el uso interno de Gobierno Regional Cusco, por lo que no debe utilizarse para otro fin que no esté relacionado al formulario de Solicitud de acceso a la información pública.

Manual de conversión de coordenadas UTM a coordenadas geodésicas y topográficas con Excel, determinación de factores de escala

1. Descargar la hoja de cálculo desde el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Pslk0sYmzJz2fcXZcStXv840sTFYdn2E/edit?usp=sharing&ouid=100147160575468462114&rtpof=true&sd=true>

o a través del siguiente enlace QR:



2. Abrir la hoja Excel denominado “Conversión de UTM a Geodésicas y Topográficas” con doble clic.



3. Cuando abre muestra lo siguiente

Nro	Código	Coordenadas UTM			Grados decimales		Grados, minutos y segundos		Factor de Escala		Coordenadas Topográficas			PRECISIONES		
		Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Longitud	Latitud	Longitud	Factor Kx	Factor Ky	Factor Kz	E	N	dE	dN	Variación Long. desde base	PRECION
1		0.000000000	07 0' 0"S	139° 26' 18" E	51° 59' 59"S	1.000000000	1.000000000	1.000000000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000		

4. En la celda “C2” identificar el sistema de referencia, en nuestro caso elegimos el sistema WGS84”

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "WGS84". The table has columns for Reference (WGS84), Zona (Zone), Latitud (Latitude), and various UTM coordinates (Easting, Northing, Altitude, Longitudes in decimal degrees, DMS, and DMS for latitude and longitude). The data includes coordinates for Clarke 1866, Clarke 1880, Airy 1830, Besse 1841, and Hayford.

Nro	Cod	Zona	Latitud	E	Norte (m)	Altura (m)	Grados decimales	Longitud Geodesica	Latitud Geodesica	Grados, minutos y segundos			
							Longitud	Latitud	Grados	Minutos	Segundos	Latitud	Longitud
1		VIG344 GRAN-D GRS80 Clarke 1866 Clarke 1880 Airy 1830 Besse 1841 Hayford					0.000000000	-187 -29 -19.47800	0 0 0.00000	0° 0' 0" S	187° 29' 49.478" W		

5. Completar en la celda “D2” que corresponde a la Zona de Proyecto en nuestro caso “19” y queda así:

6. en la celda “E2” Colocamos en Mayúscula con “S” para latitud sur, y “N” para latitud norte, en nuestro caso colocamos “S”, y queda así:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Referencia WG84	Zona 19	Latitud S	convergencia														
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		
42																		
43																		
44																		
45																		
46																		
47																		
48																		
49																		
50																		
51																		
52																		
53																		
54																		
55																		
56																		
57																		
58																		
59																		
60																		
61																		
62																		
63																		
64																		
65																		
66																		
67																		
68																		
69																		
70																		
71																		
72																		
73																		
74																		
75																		
76																		
77																		
78																		
79																		
80																		
81																		
82																		
83																		
84																		
85																		
86																		
87																		
88																		
89																		
90																		
91																		
92																		
93																		
94																		
95																		
96																		
97																		
98																		
99																		
100																		
101																		
102																		
103																		
104																		
105																		
106																		
107																		
108																		
109																		
110																		
111																		
112																		
113																		
114																		
115																		
116																		
117																		
118																		
119																		
120																		
121																		
122																		
123																		
124																		
125																		
126																		
127																		
128																		
129																		
130																		
131																		
132																		
133																		
134																		
135																		
136																		
137																		
138																		
139																		
140																		
141																		
142																		
143																		
144				</td														

7. En la celda “F2” colocamos “NO” para trabajar sin convergencia para nuestro caso y quedará así:

8. En una hoja aparte tener preparado la información cuyas columnas sean “Nro”, “Código”, “Este”, “Norte”, “Altura” estos 3 últimos con 3 decimales de preferencia, y queda así:

	A	B	C	D	E
1	Nro	Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)
2	1	CUS04102	182884.081	8558005.932	3808.966
3	2	CUS04103	183009.766	8558082.910	3804.451
4	3	CUS04104	182451.229	8559504.152	4039.993
5	4	CUS04105	182313.705	8559586.051	4051.135

9. Copiar únicamente los datos a convertir, en este caso de las celdas A2:E5 con Ctrl+C, y pegar en la hoja “datos y Resultado” del archivo “Conversión de UTM a Geodésicas” en la celda “B6” utilizando “Alt+O+V+V” quedando así:

10. En las celdas correspondiente a las columnas “G” y “H” se podrán observar las correspondientes coordenadas geodésicas en grados decimales, y en las columnas “I”, “J” en grados, minutos y segundos
11. En las columnas “L”, “M”, “N” se muestran directamente los factores de escala, y en las columnas “O” y “P” se muestran las coordenadas topográficas teniendo como pivot el punto 1 en este caso de código CUS04102

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1			Referencia WGS84	Zona 19	Latitud S	convergencia NO																
2																						
Coordinadas UTM																						
Nro		Grados, minutos y segundos					Factores de Escala					Coordenadas Topográficas					DISCREPANCIA UTM Y TOPOGRAFICAS					
Nro		Código	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)	Latitud	Longitud	Factor K	Factor Kr	Factor Kh	ft	Lat	Nor	dx	dy	Variación final	long desde base	1/km				
1.	CUS04102	182881.081	8558905.932	3893.956	136° 18' 25.75104" S	71° 35' 24.532984" W	1.000044231	0.99401362	1.000044088	102554.081	8559051.932	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	247.382	-4293				
2.	CUS04103	183009.069	8558902.910	3864.451	136° 18' 29.29502" S	71° 35' 20.231912" W	1.000044248	0.99401362	1.000044087	102559.734	8559052.953	0.003	0.009	0.008	0.000	0.000	1259.405	81.2				
3.	CUS04104	182401.229	8556554.162	4039.953	136° 0' 49.88932" S	71° 35' 28.122017" W	1.000017539	0.99288619	1.000017539	104942.137	102451.020	0.029591407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
4.	CUS04105	182313.705	8550580.071	4051.156	136° 0' 42.16887" S	71° 35' 42.81148" W	1.00001674	0.992968329	1.00001674	102713.824	8559535.267	0.00021999	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1679.312	-4350			

12. En las columnas “R”, “S”, y “T” se muestran las discrepancias entre UTM y Topográficas, en la columna “U” la distancia UTM del Punto respecto la base o pívot, y finalmente en la columna “V” en que longitud se produciría la discrepancia de 1m
13. Cabe indicar que las hojas “Parámetros y formulas”, “Procesamiento 01” y “Procesamiento 02” son hojas que muestran el proceso de cálculo únicamente

Manual de conversión de coordenadas geodésicas a coordenadas UTM y topográficas con Excel

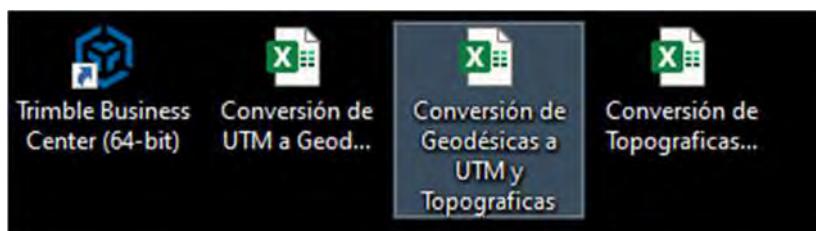
1. Descargar la hoja de cálculo desde el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/15ebrYU7DdvGYDVotl8VjtIPsfC-sFFO7/edit?usp=sharing&ouid=100147160575468462114&rtpof=true&sd=true>

o a través del siguiente QR



2. Abrir la hoja Excel denominado “Conversión de Geodésicas a UTM” con doble clic.



3. Cuando abra el archivo quedara así:

Página 1

4. En la celda “E2” elegir el sistema geodésico a trabajar, en nuestro caso “WGS84”, y en celda “E2” de convergencia poner “NO” para trabajar sin convergencia

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4					Referencia	WGS84	
5						WGS84	
6						GRAN-D	
7						GRS80	
8						Clarke 1866	
						Clarke 1880	
						Airy 1830	
						Bessel 1841	
						Hayford	

5. En otra hoja de cálculo ordenar la información en coordenadas geodésicas, cuyo orden es “Código”, “Longitud”, “Latitud”, “Altura”, siendo Longitud y Latitud en coordenadas decimales, por ejemplo

	A	B	C	D	E
1	Nro	Código	Longitud(Sexagesimal)	Latitud(Sexagesimal)	Altura (m)
2	1	CUS04102	-71.92348137	-13.02743101	3808.966
3	2	CUS04103	-71.92231559	-13.0267489	3804.451
4	3	CUS04104	-71.92730917	-13.01385581	4039.993
5	4	CUS04105	-71.92856707	-13.01310189	4051.135
6					

6. Copiar las celdas de datos en este caso “A1:E5” con Ctrl+C

	A	B	C	D	E
1	Nro	Código	Longitud(Sexagesimal)	Latitud(Sexagesimal)	Altura (m)
2	1	CUS04102	-71.92348137	-13.02743101	3808.966
3	2	CUS04103	-71.92231559	-13.0267489	3804.451
4	3	CUS04104	-71.92730917	-13.01385581	4039.993
5	4	CUS04105	-71.92856707	-13.01310189	4051.135

7. Se tiene la hoja “G-M-S a Grados decimales” para convertir de formato “GMS” a Grados decimales

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Conversión de Coordenadas en Grados, Minutos y Segundos a Grados Decimales											
2												
3	Nro	Longitud				Latitud				Geodésicas		
4	Grados	Minutos	Segundos	E/W	Grados	Minutos	Segundos	N/S	Longitud	Latitud		
5	1								0.000000000000	0.000000000000		
6												
7												
8												

sin embargo, si se tiene la información en grados decimales pasaríamos al paso 10

8. De manera similar a las anteriores colocar la numeración

Nro	Longitud				Latitud				Geodésicas	
	Grados	Minutos	Segundos	E/W	Grados	Minutos	Segundos	N/S	Longitud	Latitud
1								S	0.0000000000	0.0000000000
2								S	0.0000000000	0.0000000000
3								S	0.0000000000	0.0000000000
4								S	0.0000000000	0.0000000000

9. Digitar manualmente los datos de Longitud y Latitud

Nro	Longitud				Latitud				Geodésicas	
	Grados	Minutos	Segundos	E/W	Grados	Minutos	Segundos	N/S	Longitud	Latitud
1	71 °	55 '	24.53294 "	W	13 °	1 '	38.75164 "	S	-71.9234813722	-13.0274310111
2	71 °	55 '	20.33612 "	W	13 °	1 '	36.29602 "	S	-71.9223155889	-13.0267488944
3	71 °	55 '	38.31301 "	W	13 °	0 '	49.88091 "	S	-71.9273091694	-13.0138558083
4	71 °	55 '	42.84146 "	W	13 °	0 '	47.1668 "	S	-71.9285670722	-13.0131018889

10. En las Columnas "K" y "L" se muestra directamente las coordenadas en grados decimales, el cual podemos llevar a otra hoja, pegando solo valores con las teclas "Alt+O+V+V" así:

A	B	C	D	E
Nro	Código	Longitud(Sexagesimal)	Latitud(Sexagesimal)	Altura (m)
1	CUS04102	-71.92348137	-13.02743101	3808.966
2	CUS04103	-71.92231559	-13.0267489	3804.451
3	CUS04104	-71.92730917	-13.01385581	4039.993
4	CUS04105	-71.92856707	-13.01310189	4051.135

11. Copiar únicamente los datos a convertir, en este caso en la celda “B6” con Ctrl+C, y pegar en la hoja “Datos y Resultados” del archivo “Conversión de Geodésicas a UTM” en la celda “C6”, utilizando “Alt+O+V+V” quedando así:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
			Referencia WGS84	Convergencia NO										
Coordenadas Geodésicas														
Nro	Código	Longitud (Sexagesimal)	Latitud (Sexagesimal)	Altura (m)	Latitud	Longitud	ESTE	NORTE	HUSO	ET	N1	DISC		
1	CUS04102	-71.9234813725	-13.0274310099	3808.966	13° 1' 38.75164 S	71° 55' 24.53294 W	182884.083	8558005.932	19S	182884.083	8558005.932	0.00		
2	CUS04103	-71.9223155901	-13.0267488957	3804.451	13° 1' 36.29602 S	71° 55' 20.33812 W	183009.768	8558082.910	19S	183009.737	8558082.891	0.03		
3	CUS04104	-71.9273091696	-13.0138558080	4039.993	13° 0' 49.88091 S	71° 55' 38.31301 W	182451.231	8559504.152	19S	182451.321	8559503.807	0.09		
4	CUS04105	-71.9285670726	-13.0131018879	4051.135	13° 0' 47.1668 S	71° 55' 42.84146 W	182313.707	8559586.051	19S	182313.827	8559585.687	0.12		

14. En las celdas correspondiente a las columnas “G” y “H” se podrán observar las correspondientes coordenadas UTM , en la columna “K” el Huso al que corresponden

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K			
			Referencia WGS84	Convergencia NO										
Coordenadas Geodésicas														
Nro	Código	Longitud (Sexagesimal)	Latitud (Sexagesimal)	Altura (m)	Latitud	Longitud	ESTE	NORTE	HUSO	ET	N1	COOF		
1	CUS04102	-71.9234813725	-13.0274310099	3808.966	13° 1' 38.75164 S	71° 55' 24.53294	182884.083	8558005.932	19S	182884.083	8558005.932	182		
2	CUS04103	-71.9223155901	-13.0267488957	3804.451	13° 1' 36.29602 S	71° 55' 20.33812	183009.768	8558082.910	19S	183009.737	8558082.891	183		
3	CUS04104	-71.9273091696	-13.0138558080	4039.993	13° 0' 49.88091 S	71° 55' 38.31301	182451.231	8559504.152	19S	182451.321	8559503.807	182		
4	CUS04105	-71.9285670726	-13.0131018879	4051.135	13° 0' 47.1668 S	71° 55' 42.84146	182313.707	8559586.051	19S	182313.827	8559585.687	182		

15. En las columnas “L”,“M” se muestran directamente las coordenadas topográficas teniendo como pivot el punto 1 en este caso de código CUS04102

16. En las columnas “O”, “P”, y “Q” se muestran las discrepancias entre UTM y Topográficas, en la columna “R” la distancia UTM del Punto respecto la base o pívot, y finalmente en la columna “S” en que longitud se produciría la discrepancia de 1m

17. Cabe indicar que las hojas “Parámetros y formulas”, “Procesamiento 01” y “Procesamiento 02” son hojas que muestran el proceso de cálculo únicamente

Manual de conversión de coordenadas topográficas a geodésicas y UTM, determinación de factores de escala con Excel

1. Descargar la hoja de cálculo desde el siguiente enlace:

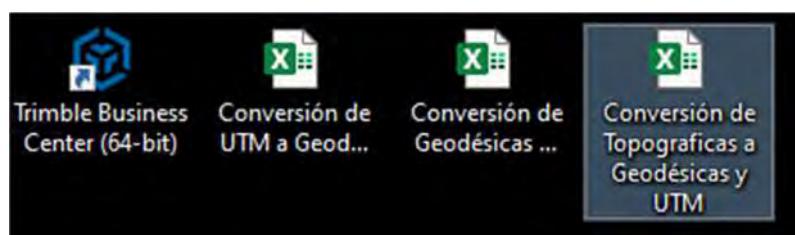
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1cGmUhThQ3mT69l->

[OTcJwFsN5Ks5zSyQ5/edit?usp=sharing&ouid=100147160575468462114&rtpof=true&sd=true](#)

O a través del siguiente enlace QR



2. Abrir la hoja Excel denominado “Conversión de UTM a Topográficas” con doble clic.



3. Cuando abra el archivo quedara así:

4. En la celda “C2” elegir el sistema geodésico a trabajar, en nuestro caso “WGS84”, en la celda “D2” colocar la Zona en este caso 19, en la celda Latitud colocar N (norte) o S (sur), en nuestro caso “S”, y convergencia poner en “NO” para trabajar sin convergencia,

5. Alistar las coordenadas topográficas (estas obtenidas partiendo de coordenadas UTM como referencia de inicio) cuyo orden es “Código”, “Este”, “Norte”, “Altura”, según la imagen

	A	B	C	D	E
1	Nro	Coordenadas Topograficas			
2	Código	Et	Nt	Altura (m)	
3	1	CUS04102	182884.083	8558005.932	3808.966
4	2	CUS04103	183009.737	8558082.891	3804.451
5	3	CUS04104	182451.321	8559503.807	4039.993
6	4	CUS04105	182313.827	8559585.687	4051.135

6. Copiar únicamente los datos a convertir, en este caso de las celdas A3:G6 con Ctrl+C,

	A	B	C	D	E
1	Nro	Coordenadas Topograficas			
2	Código	Et	Nt	Altura (m)	
3	1	CUS04102	182884.083	8558005.932	3808.966
4	2	CUS04103	183009.737	8558082.891	3804.451
5	3	CUS04104	182451.321	8559503.807	4039.993
6	4	CUS04105	182313.827	8559585.687	4051.135

18. Pegar en la hoja “Datos y Resultados” del archivo “Conversión de Topográficas a Geodésicas y UTM” en la celda “B6” utilizando “Alt+O+V+V” quedando según la imagen. En las celdas correspondiente a las columnas “G” y “H” se podrán observar las correspondientes coordenadas geodésicas en grados decimales, y en las columnas “I”, “J” en grados, minutos y segundos

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Referencia	Zona	Latitud	convergencia					
2		WGS84	19	S	NO					
Coordenadas Topográficas										
Nro	Código	Et	Nt	Altura (m)		Grados decimales		Grados, minutos y segundos		
						Longitud	Latitud	Latitud	Longitud	
1	CUS04102	182884.083	8558005.932	3808.966		-71.923481359	-13.027431010	13° 1' 38.75164" S	71° 55' 24.53289" W	1.00
2	CUS04103	183009.737	8558082.891	3804.451		-71.922315862	-13.026749063	13° 1' 36.29663" S	71° 55' 20.3371" W	1.00
3	CUS04104	182451.321	8559503.807	4039.993		-71.927308362	-13.013858933	13° 0' 49.89216" S	71° 55' 38.3101" W	1.00
4	CUS04105	182313.827	8559585.687	4051.135		-71.928565989	-13.013105190	13° 0' 47.17868" S	71° 55' 42.83756" W	1.00

19. En las columnas “L”,“M”,“N” se muestran directamente los factores de escala, y en las columnas “O” y “P” se muestran las coordenadas UTM teniendo como pivot el punto 1 en este caso de código CUS04102

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1		Referencia	Zona	Latitud	convergencia														
2		WGS84	19	S	NO														
Coordenadas Topográficas																			
Nro	Código	Et	Nt	Altura (m)		Factor de Escala		Coordinadas UTM		DICREPANCIA ENTRE UTM Y									
						Factor K	Factor Kh	Factor Kc	Este (m)	Norte (m)	dx	dy	Variación Lineal						
1	CUS04102	182884.083	8558005.932	3808.966		1.000844231	0.999401362	1.000245088	182884.0825	8558005.932	0.000	0.000	0.000						
2	CUS04103	183009.737	8558082.891	3804.451		1.000843245	0.999402072	1.000244813	183009.7675	8558082.01	-0.031	-0.019	0.036						
3	CUS04104	182451.321	8559503.807	4039.993		1.000847632	0.9993650/6	1.0002121/1	182451.2129	8559504.14/	0.108	-0.340	0.357						
4	CUS04105	182313.827	8559585.687	4051.135		1.000848713	0.999363326	1.000211498	182313.6869	8559586.044	0.140	0.357	0.384						

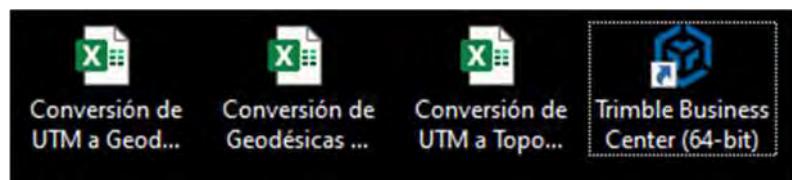
20. En las columnas “R”, “S”, y “T” se muestran las discrepancias entre UTM y Topográficas, en la columna “U” la distancia UTM del Punto respecto la base o pivot, y finalmente en la columna “V” en que longitud se produciría la discrepancia de 1m

A	B	C	D	E	F	N	O	P	R	S	T	U	V
1		Referencia WGS84	Zona 19	Latitud S	convergencia NO								
Coordinadas Topográficas													
Nro	Código	Et	Nt	Altura (m)	Factor Kc	Este (m)	Norte (m)						
1	CUS04102	182884.083	8558005.932	3808.966	1.000245088	182884.0825	8558005.932						
2	CUS04103	183009.737	8558082.891	3804.451	1.000244813	183009.7675	8558082.91						
3	CUS04104	182451.321	8559503.807	4039.993	1.00021217	182451.2129	8559504.17						
4	CUS04105	182313.827	8559585.687	4051.135	1.000211498	182313.6869	8559586.044						
DICREPANCIA ENTRE UTM Y TOPOGRAFICAS													
						dx	dy	Variación Lineal	Long desde base	1/X_Km			
						0.000	0.000	0.000					
						-0.031	-0.019	0.036	147.349	4082			
						0.108	-0.340	0.357	1559.138	43/2			
						0.140	0.357	0.384	1679.529	4379			

21. Cabe indicar que las hojas “Parámetros y formulas”, “Procesamiento 01” y “Procesamiento 02” son hojas que muestran el proceso de cálculo únicamente

Manual de obtención de factores de escala con el software Trimble Business Center

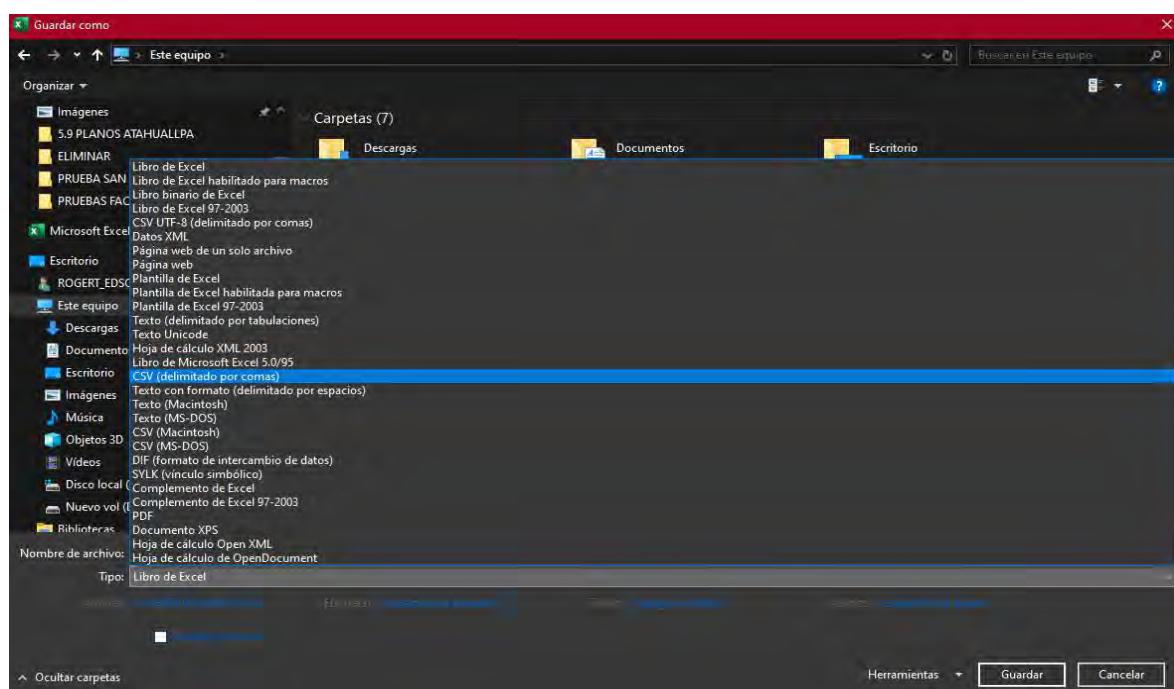
1. Tener instalado el software Trimble Business Center (TBC)



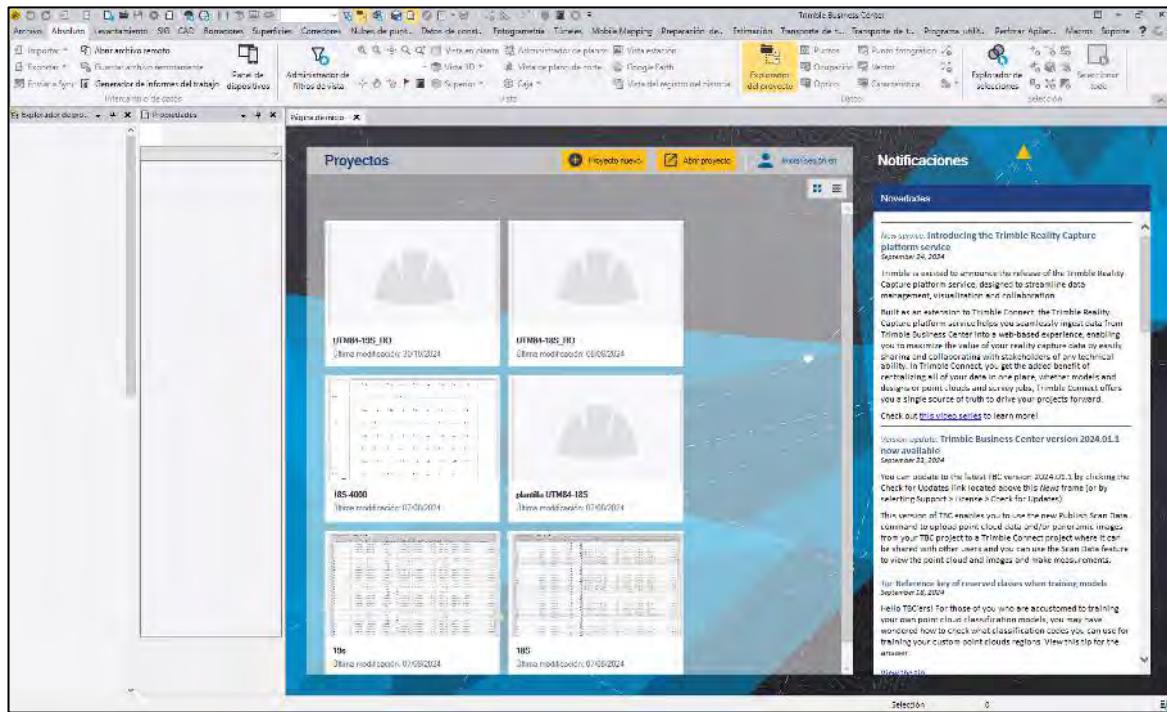
2. Preparar en un archivo Excel las coordenadas a convertir en cuyo primera columna “Punto”, segunda columna “Este”, tercera columna “Norte”, cuarta columna “Descripción”, quinta columna “altura”, dentro del sistema WGS84, así como muestra la imagen

	A	B	C	D	E
1	1	182884.081	8558005.932	3808.966	CUS04102
2	2	183009.766	8558082.910	3804.451	CUS04103
3	3	182451.229	8559504.152	4039.993	CUS04104
4	4	182313.705	8559586.051	4051.135	CUS04105

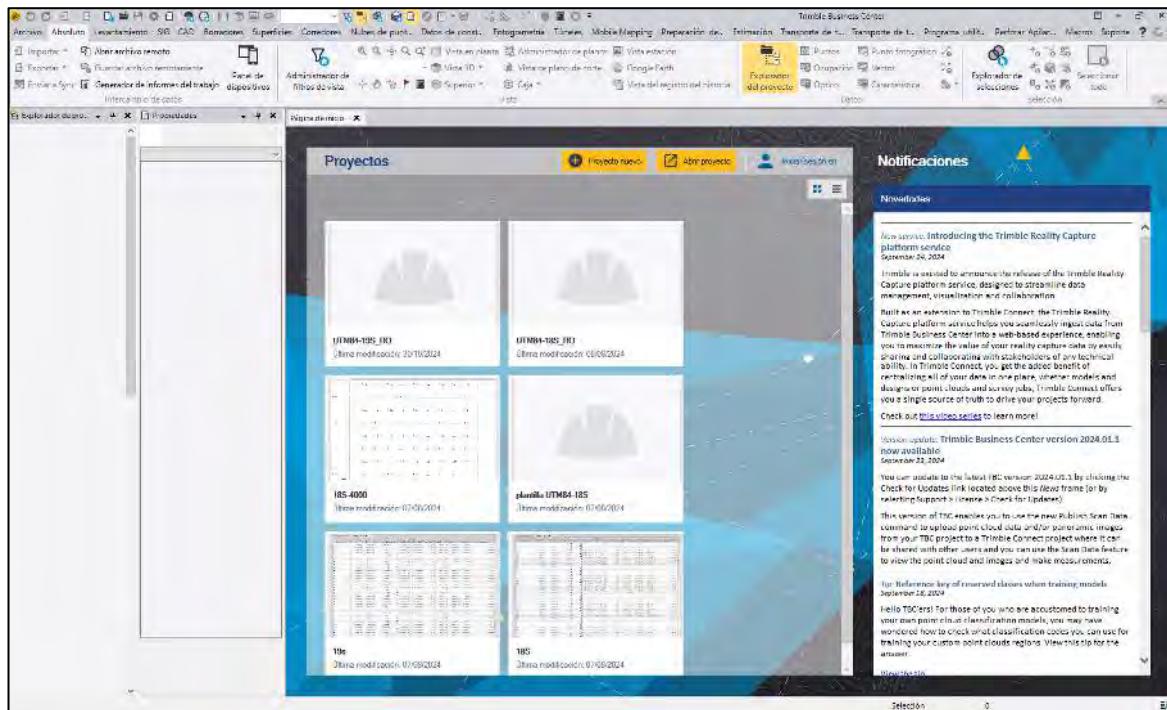
3. Guardamos el archivo en formato “csv” con el nombre de su preferencia así:



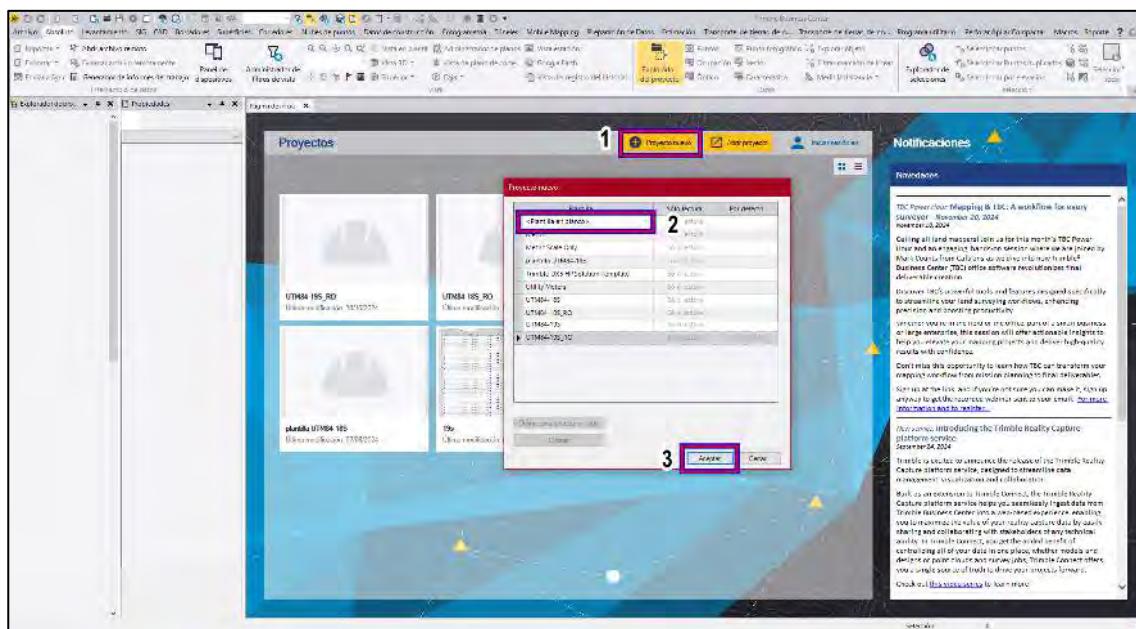
4. Abrir el software Trimble Business Center (TBC) con doble clic sobre el icono de acceso directo y muestra lo siguiente:



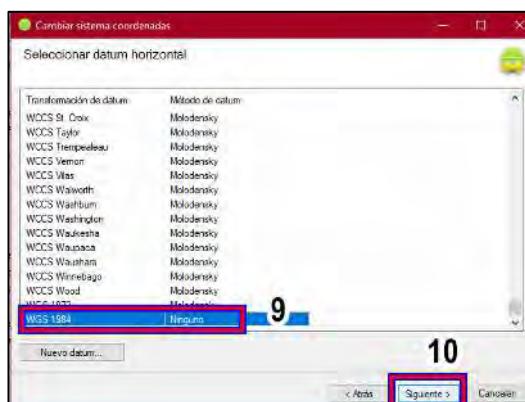
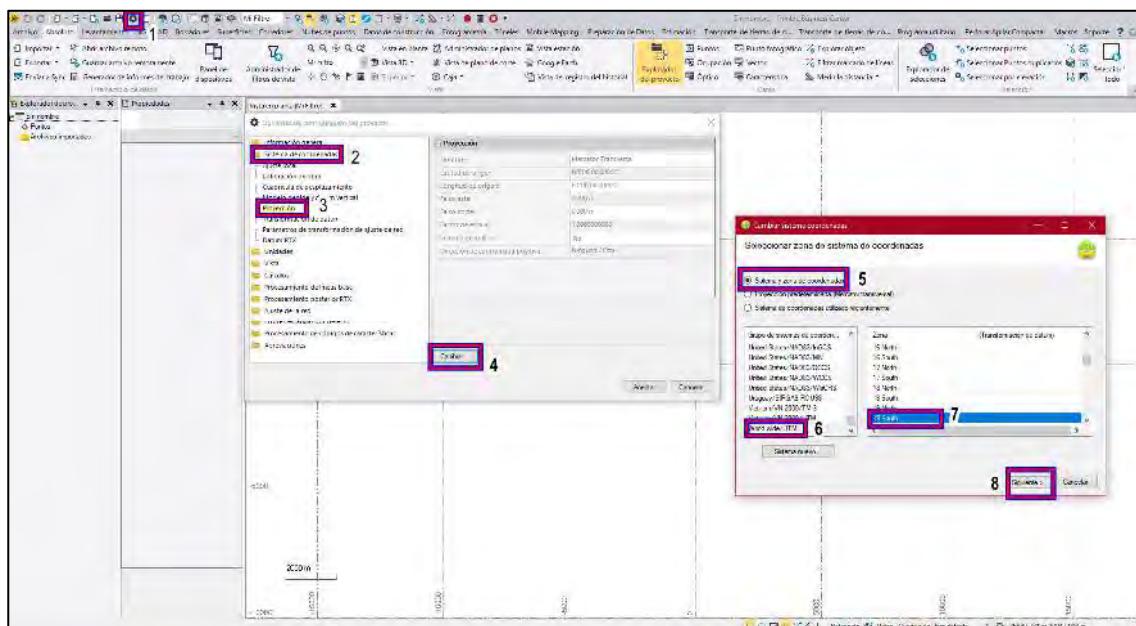
5. Creamos nuevo proyecto, hacemos clic en “nuevo proyecto”

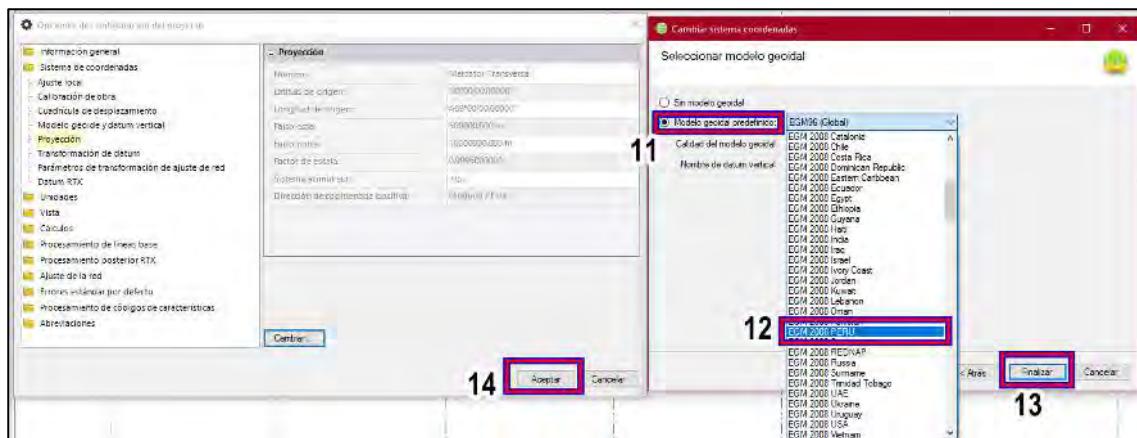


6. Luego sale plantillas elegimos una plantilla en blanco

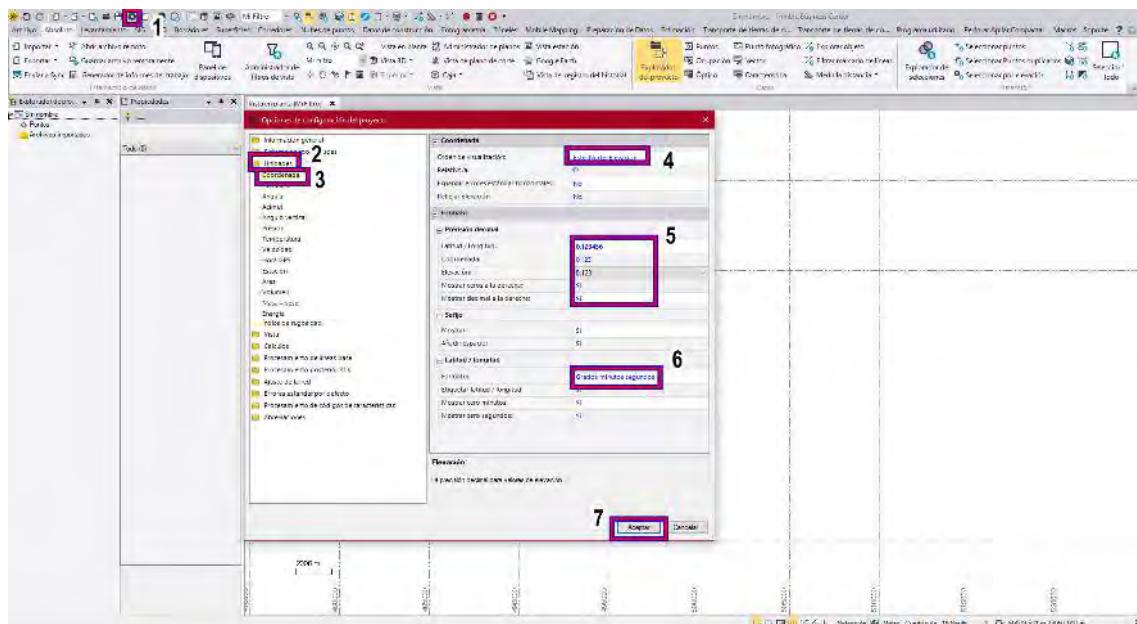


7. Asignar Sistema de coordenadas UTM WGS84-19S

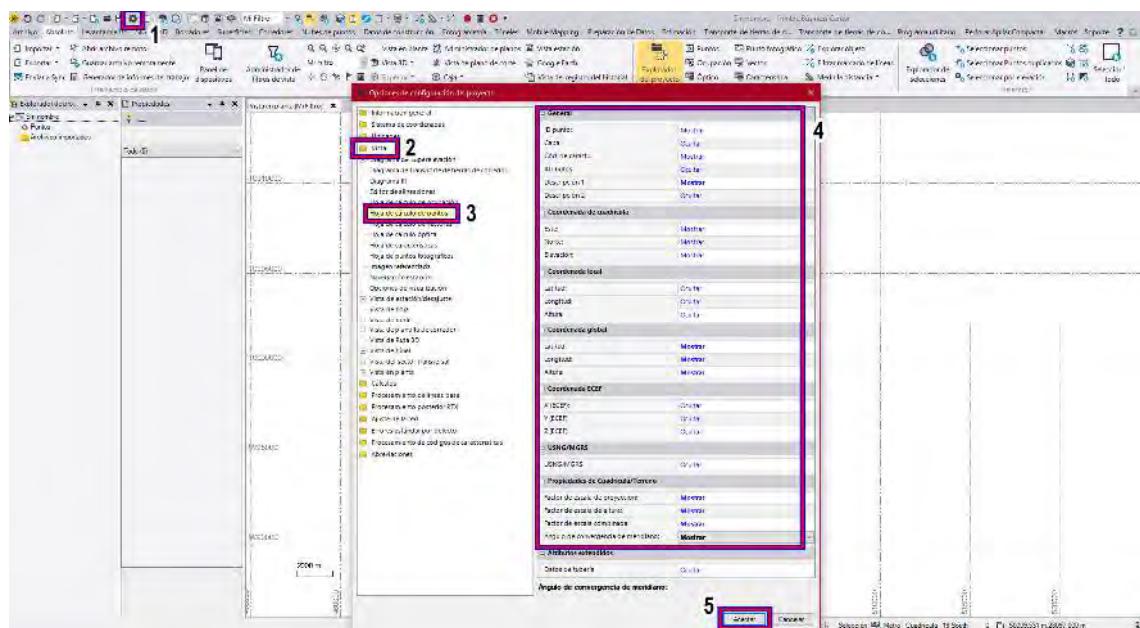




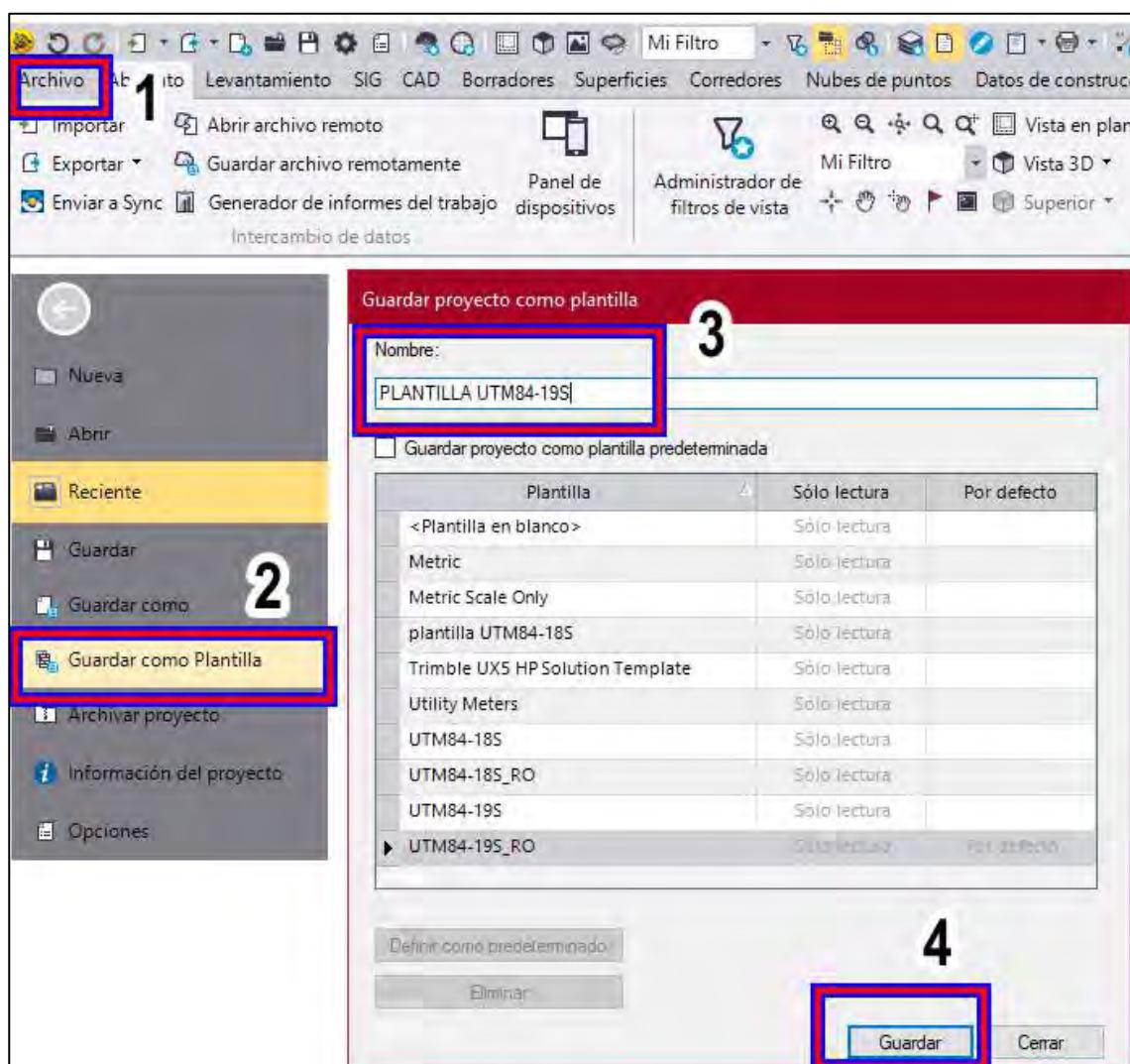
8. Ajustar unidades



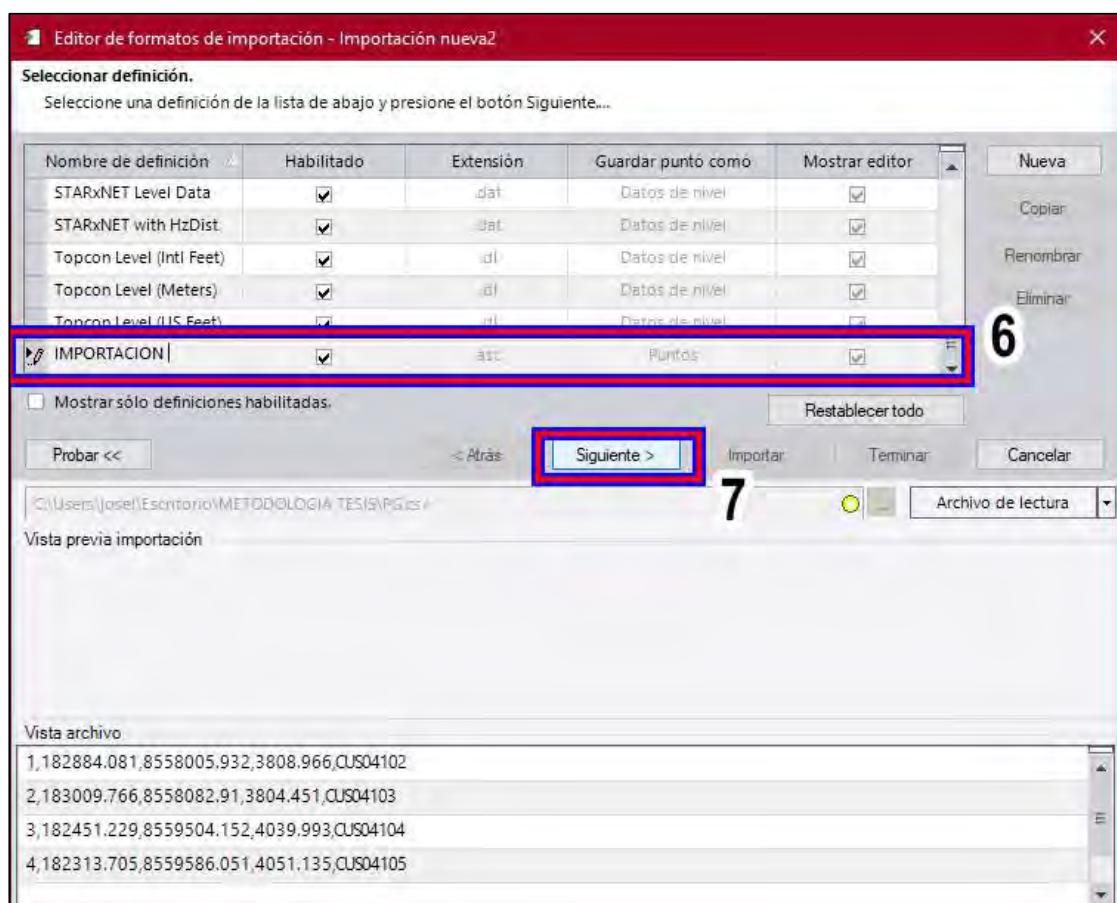
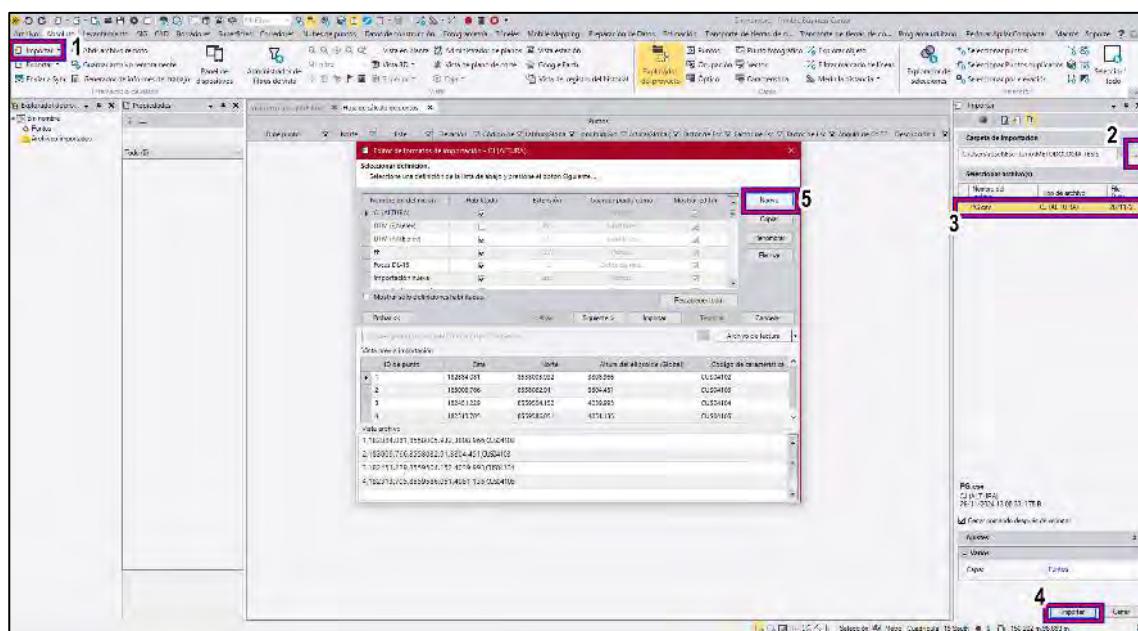
9. Configurar tabla de presentación de puntos

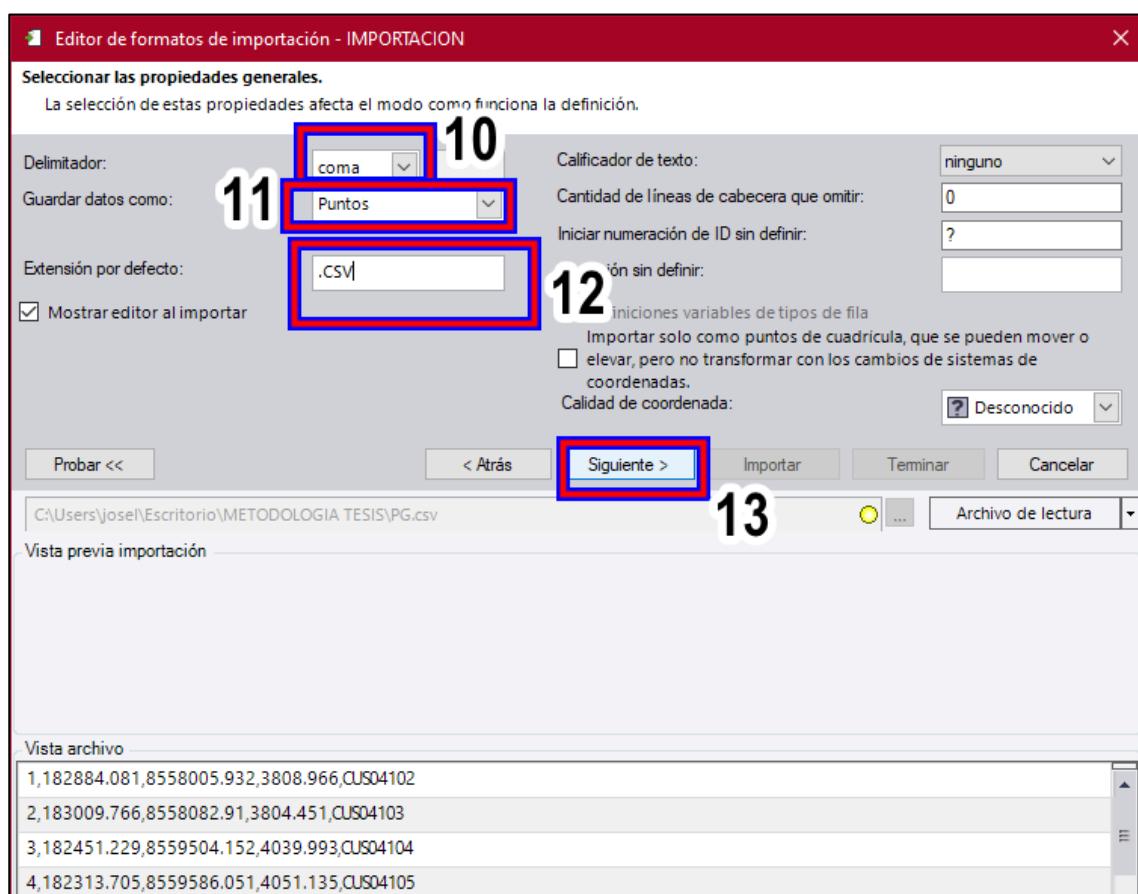
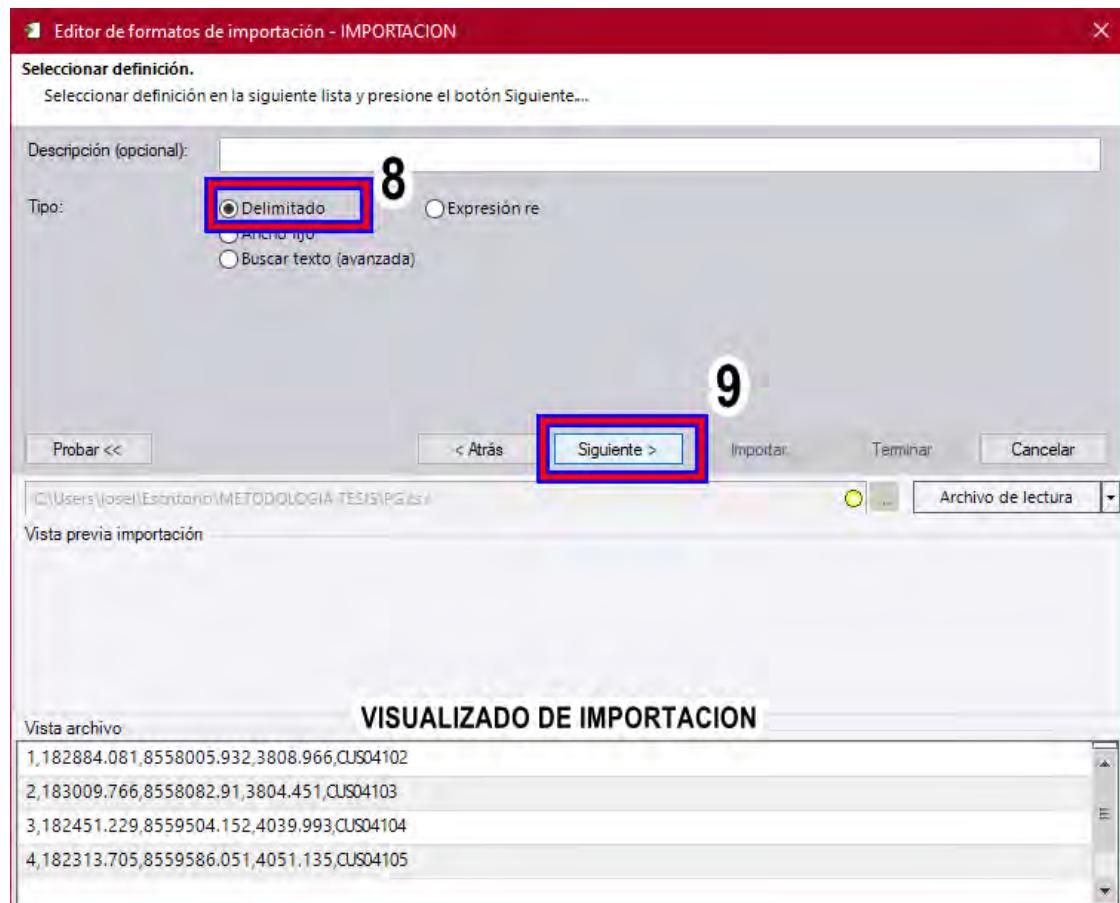


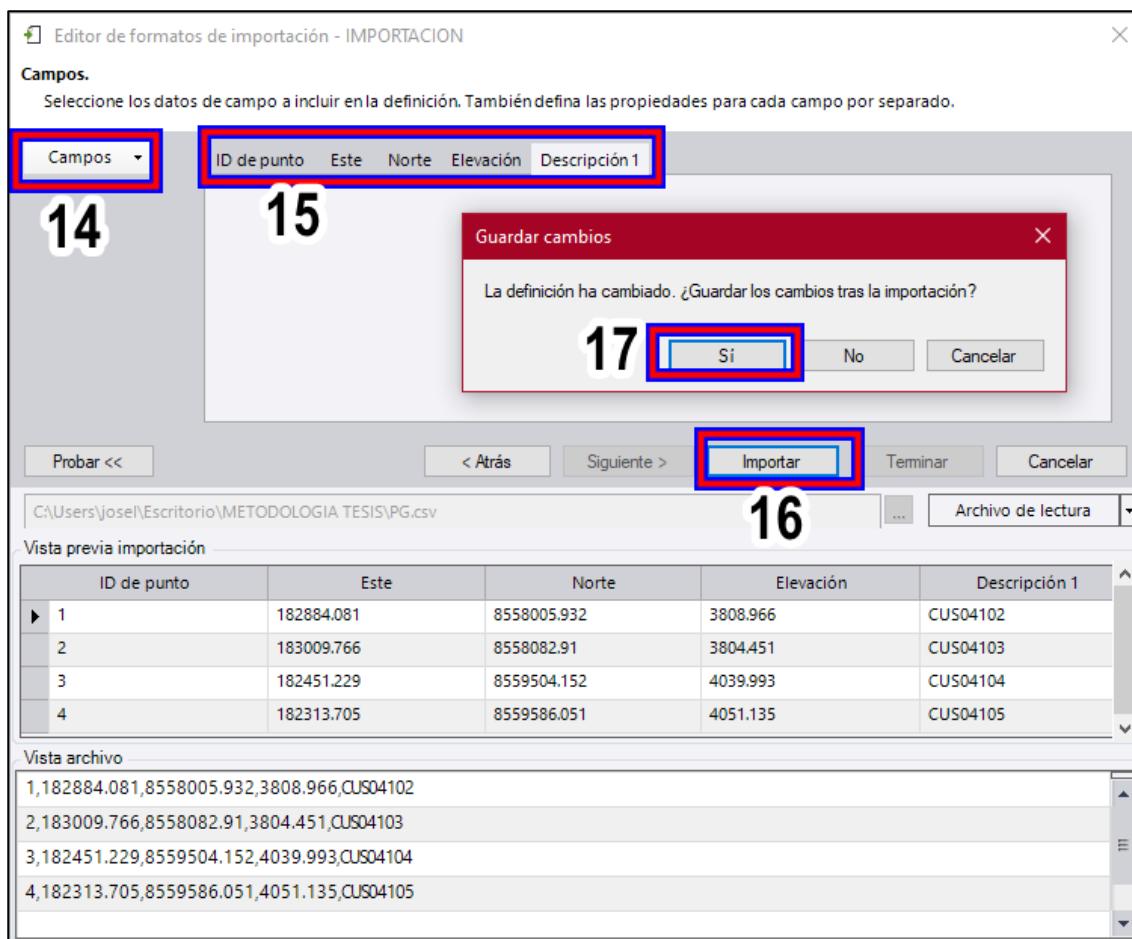
10. Guardar lo configurado como plantilla



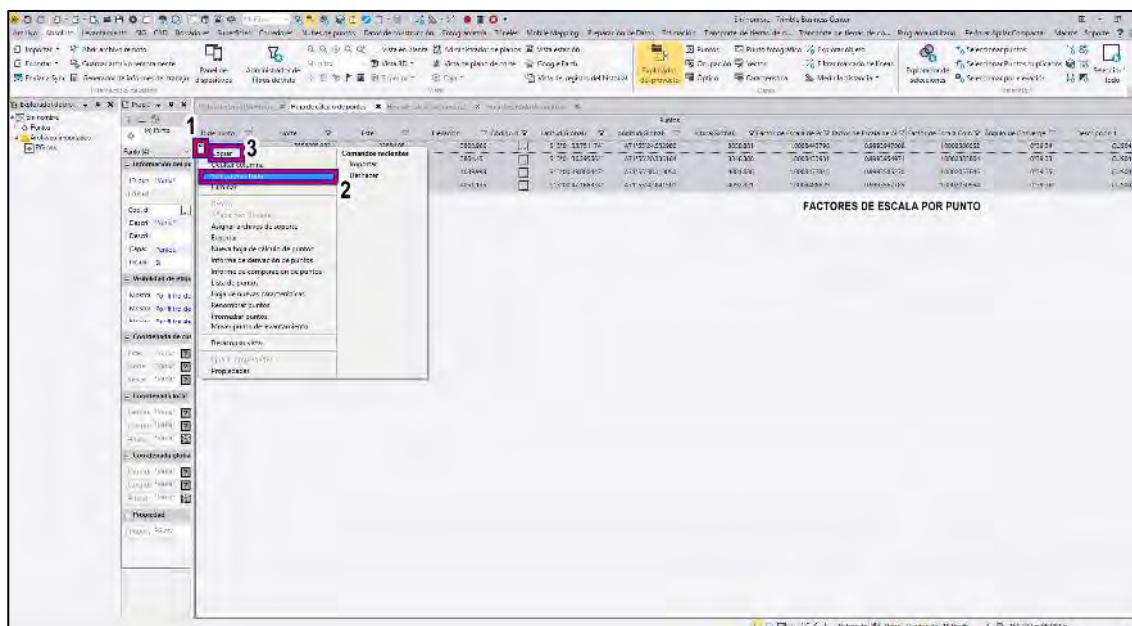
11. Formato de importación de datos







12. exportar valores de factores de escala a Excel



13. Abrir una hoja Excel y en una nueva hoja pegar los puntos con “Ctrl+V”, donde se puede observar latitud, longitud, altura , factores de escala de cada punto.

14. Finalmente obtenemos los factores de escala

Puntos		Cálculo de Factor de Escala por Altura Elipsoidal (Kh)		
Punto	Código	Factor K	Factor Kh	Factor Kc
1	CUS04102	1.00084438	0.99939479	1.00023866
2	CUS04103	1.00084339	0.99939550	1.00023838
3	CUS04104	1.00084778	0.99935853	1.00020576
4	CUS04105	1.00084886	0.99935678	1.00020510

**Manual de uso para recolección de puntos topográficos con GPS diferencial
CHCNAV i93****INSTALACIÓN DE GPS CHC I93 BASE****Ubicación del GPS Base en trípode**

1. Se muestra el montaje del receptor GNSS sobre el trípode. colocación de la antena de radio (1), herramienta de extensión (2), Es importante asegurarse de que el nivel circular esté perfectamente centrado para garantizar lecturas precisas (3)



Encendido del equipo

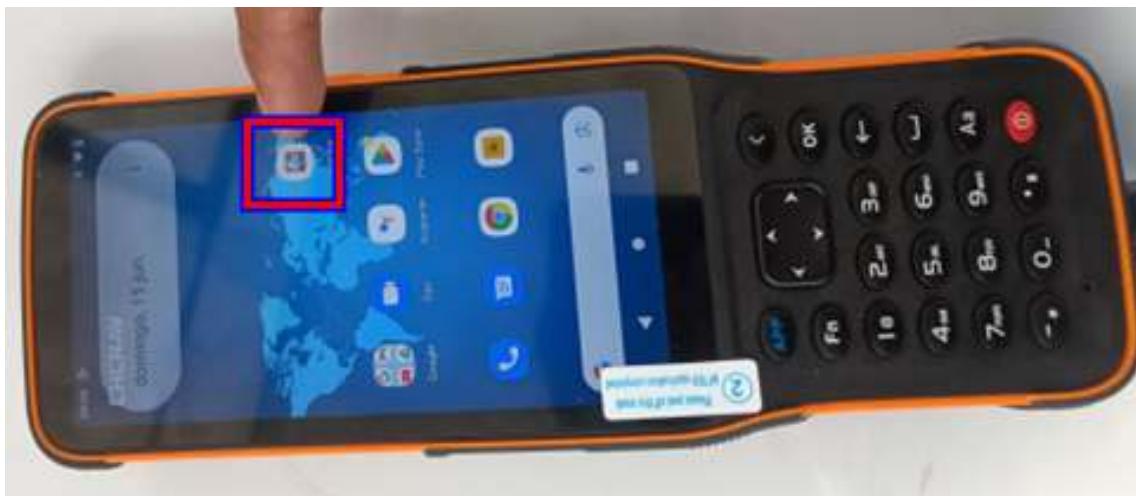
2. Aquí se observa el proceso de encendido del receptor GNSS, que se realiza presionando el botón de encendido por aproximadamente 3 segundos.



CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE LANDSTAR

Encendido de la colectora y acceso a LandStar

3. Encender la colectora y ubicar el software “LandStar” y hacer clic



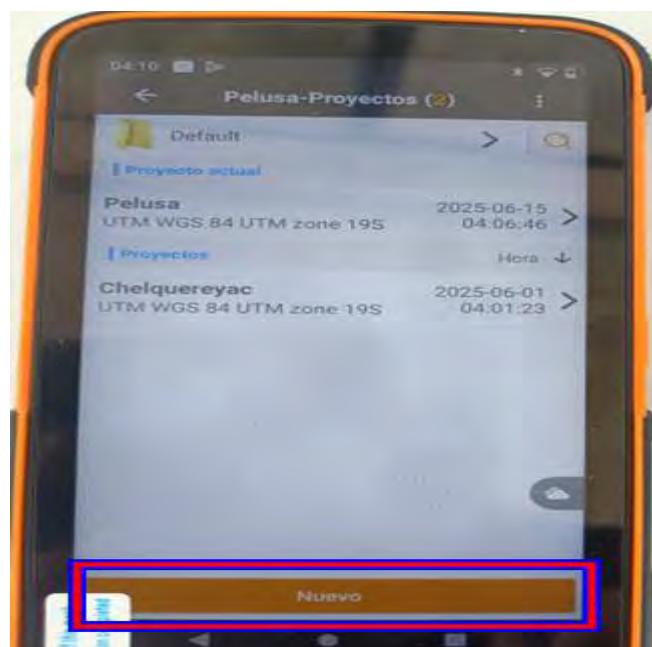
Creación de nuevo proyecto

4. Se muestra la interfaz donde se escoge en el menú “proyecto” (1) y se va al icono de “proyectos” (2) y hacer clic



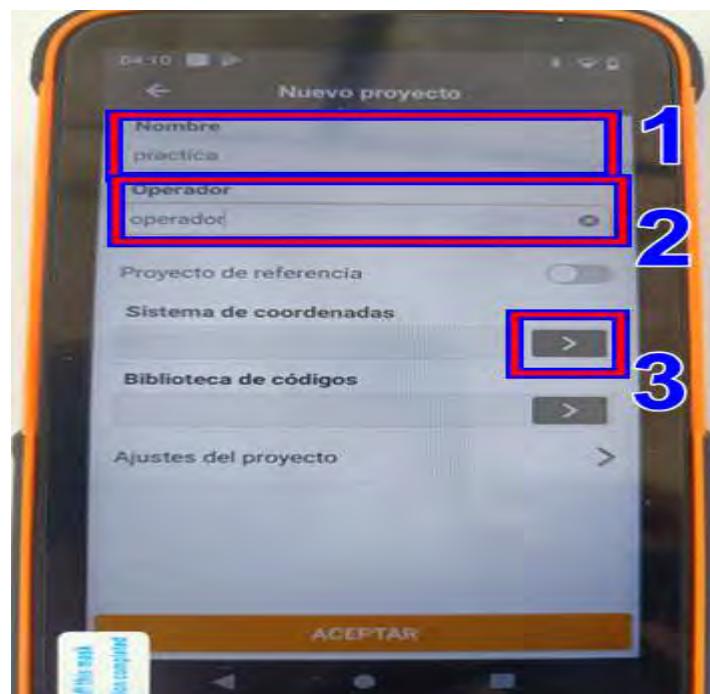
Creación de nuevo proyecto

5. Aquí se muestran la lista de proyectos realizados, Creamos nuevo proyecto, para ello hacemos clic en “nuevo”



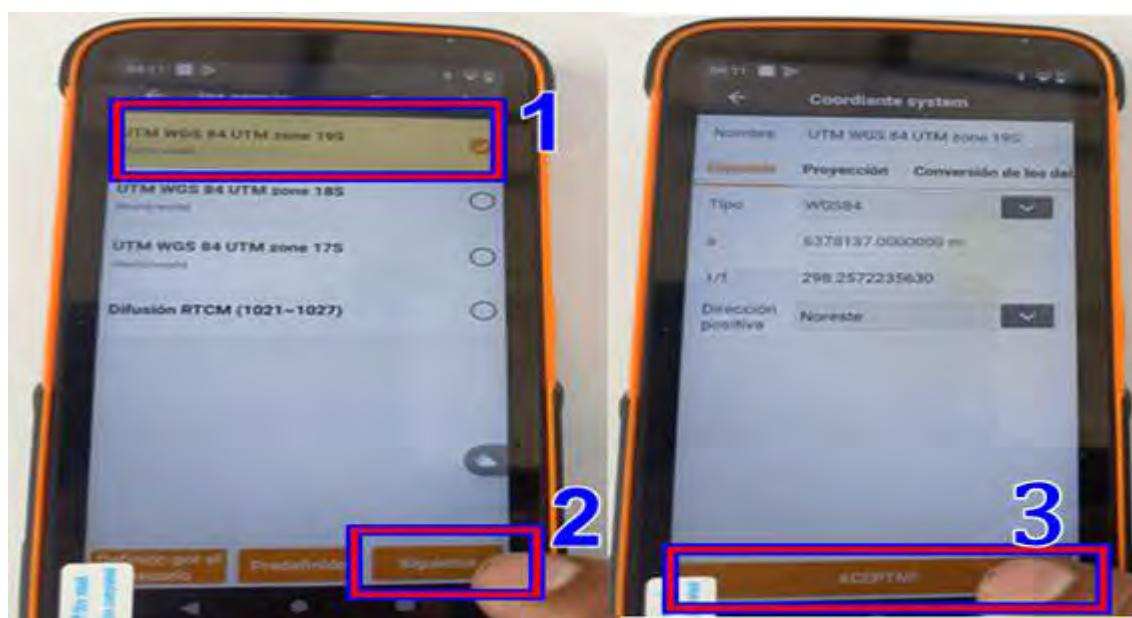
Asignar nombre y operador de proyecto

6. ingresan el nombre del proyecto, en nuestro caso será “practica” (1), nombre del operador para nuestro caso “operador” (2) y se ingresa a seleccionar el sistema de coordenadas con un clic en (3).



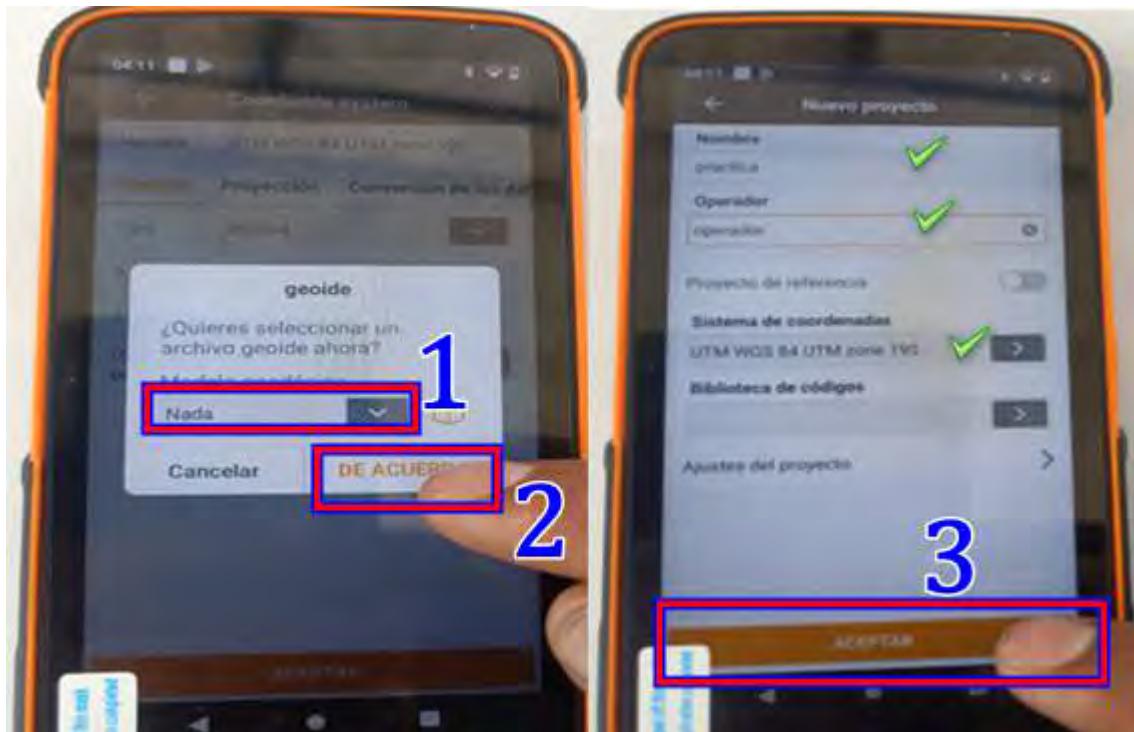
Selección del sistema de referencia

7. En nuestro caso **UTM WGS 84 en Zona 19** y activamos el check (1) y pulsamos en siguiente (2), luego nos muestra los parámetros seleccionados el cual aceptamos con clic en 3



Tipo de altura

8. Nos pide el geoide a usar, trabajaremos solo con alturas elipsoidales entonces colocaremos “nada”(1) y posteriormente seleccionamos “de acuerdo” (2) y aceptamos (3)



CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO EN MODO BASE

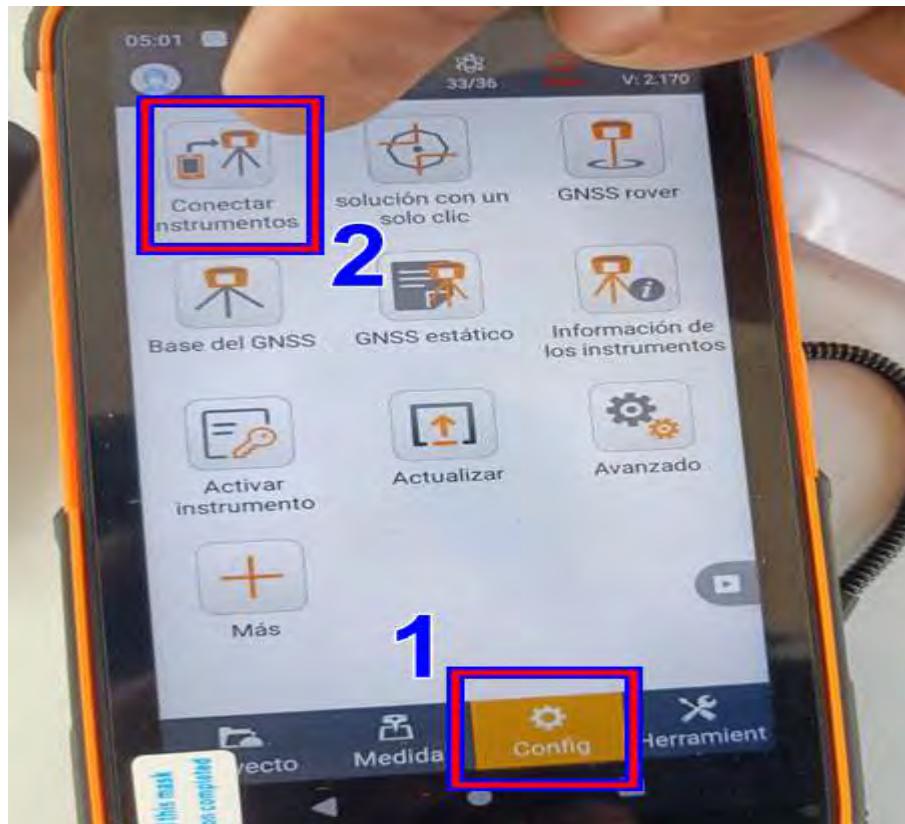
Configuración del modo base con altura instrumental.

9. En esta imagen se muestra cómo se mide la altura inclinada del equipo (ej. 1.665 m) y se ingresa en el sistema.



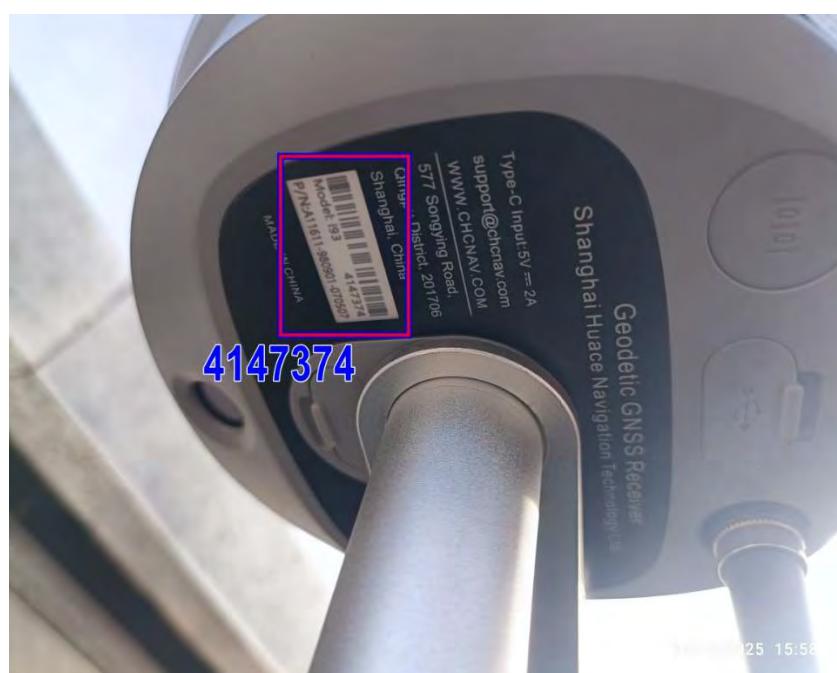
Conexión de GNSS y colectora

10. Seleccionar en el menú de “configuración” (1) y buscamos el icono “conectar instrumentos” (2)



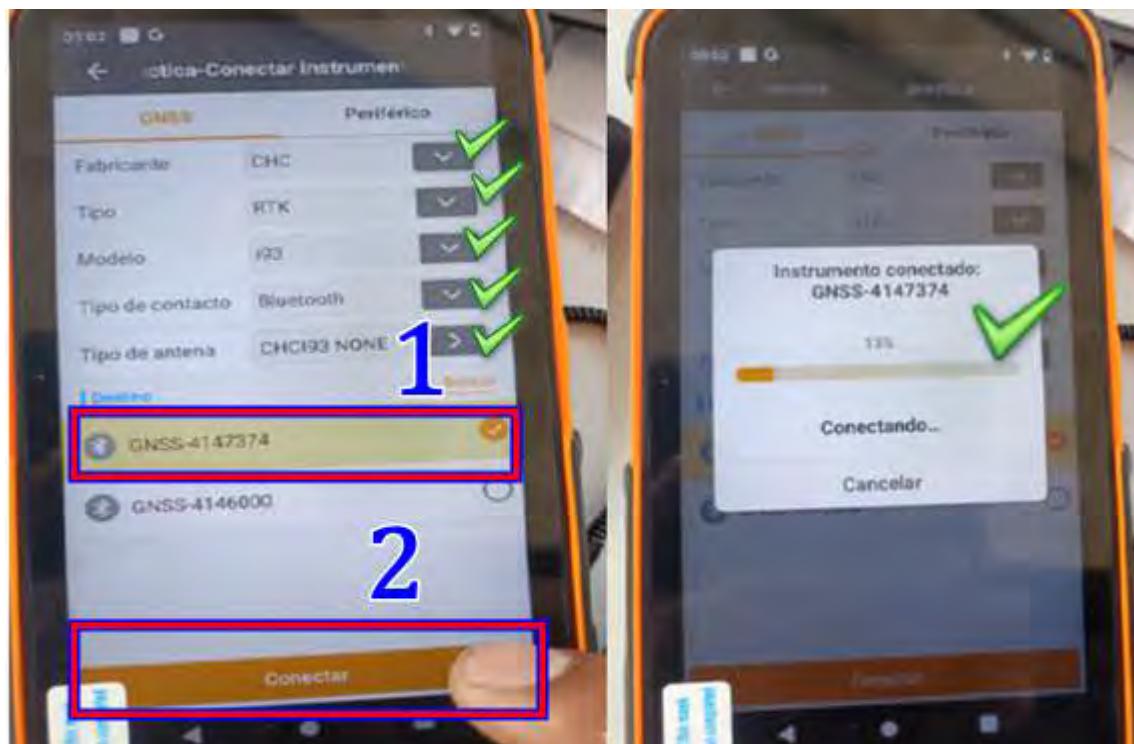
Selección de GNSS

11. Corresponde el código del equipo en este caso la serie del equipo base es 4147374



Selección de la base

12. Ubicamos el archivo vía bluetooth y hacemos check en 1, clic en “conectar” (2), nos muestra la vista de conexión



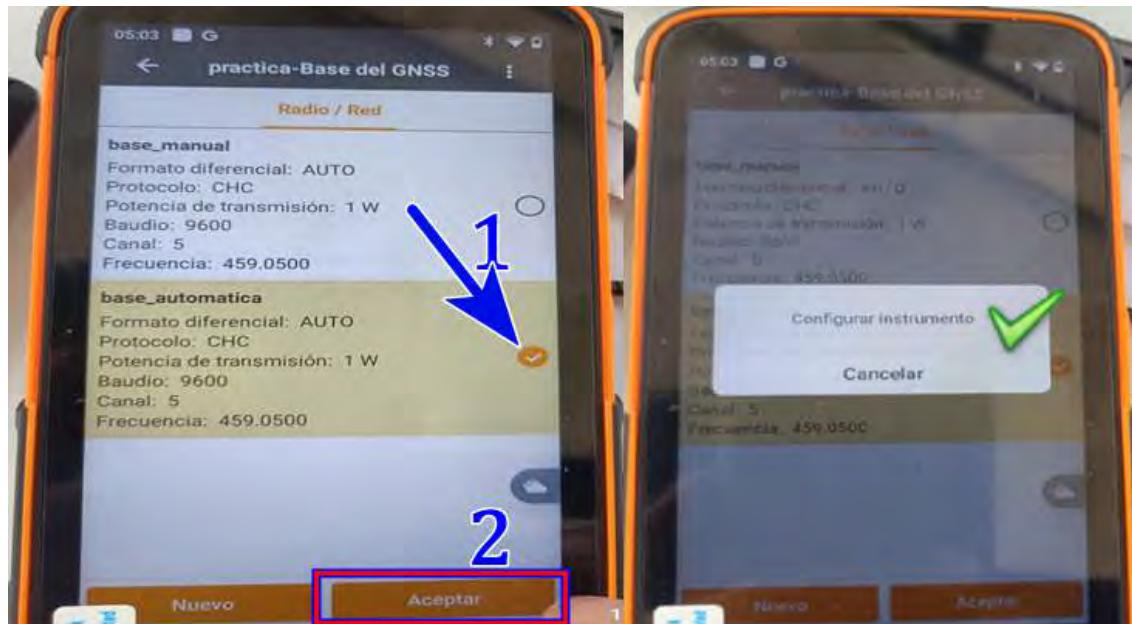
Configurar modo Base

13. Entramos a la pestaña de “configuración” y ubicamos “Base del GNSS” y hacemos clic

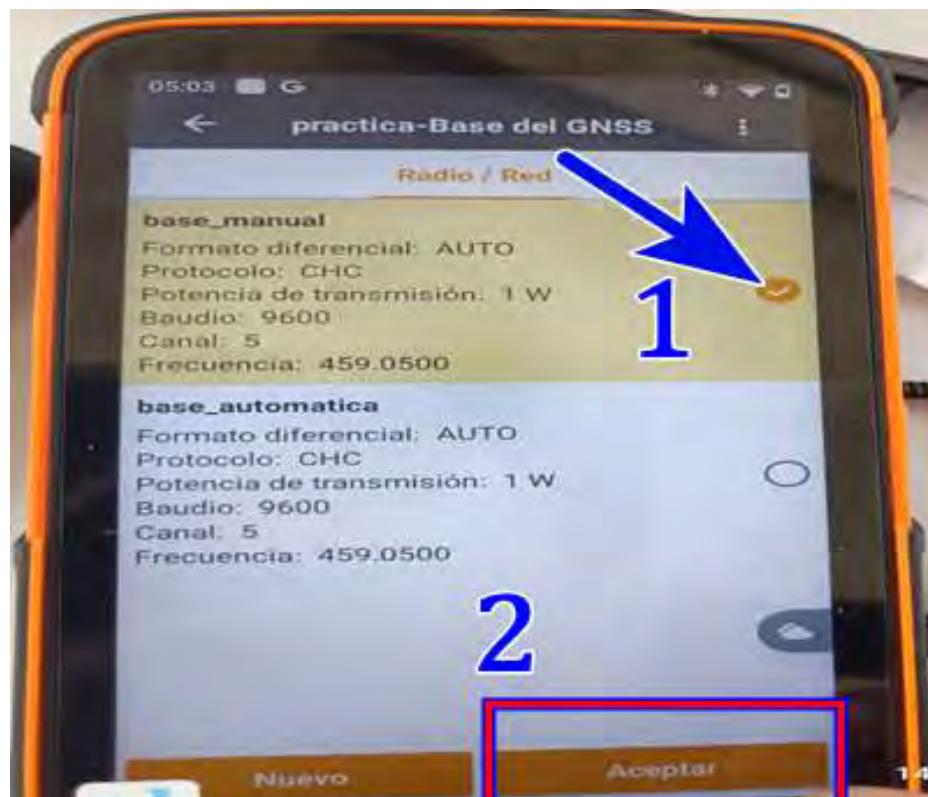


Caso A: Para posicionar sobre un punto arbitrario

14. Seleccionar “base automática” (1) para que el equipo obtenga de forma automática sus coordenadas y aceptamos (2), y automáticamente se configura la base en RTK

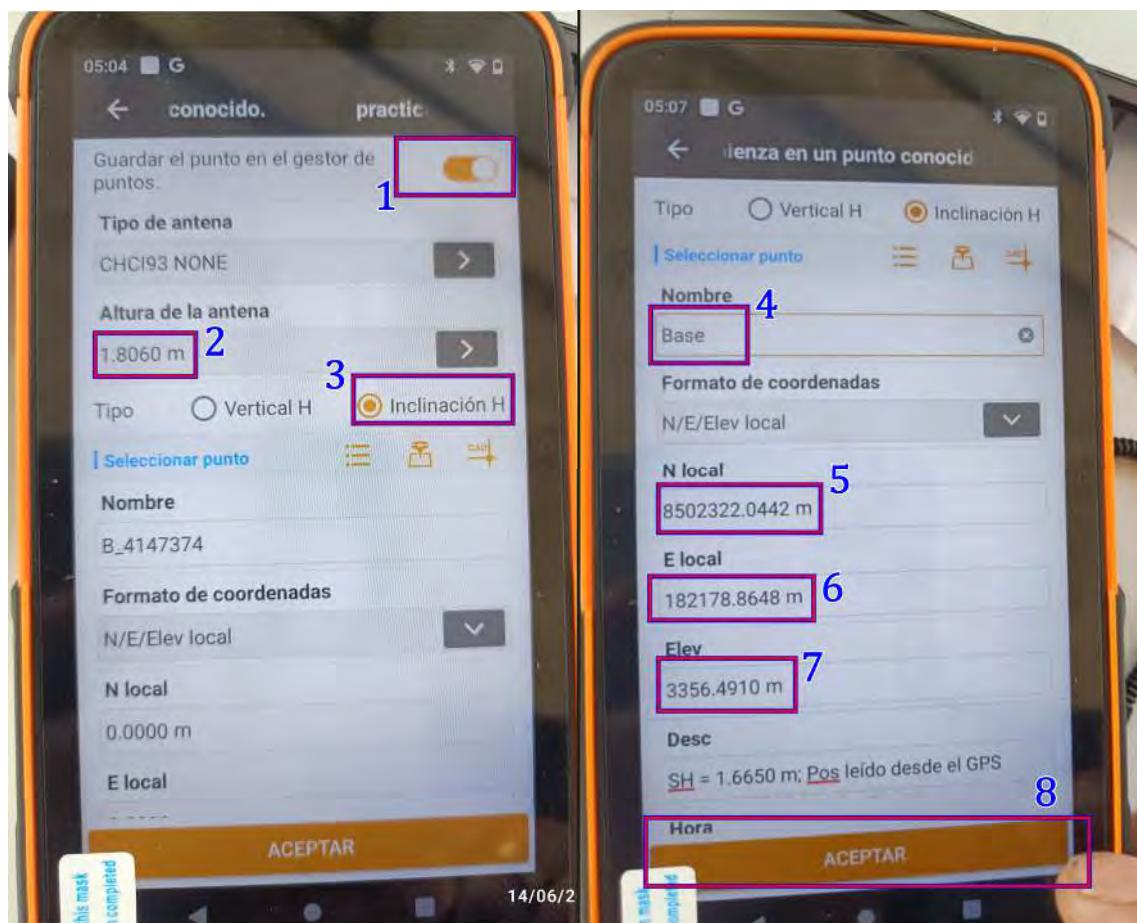
**Caso B para posicionar sobre puntos conocidos**

15. Seleccionamos “base manual” (1), y aceptamos (2). Esta opción es para estacionamiento de base cuyas coordenadas son conocidas



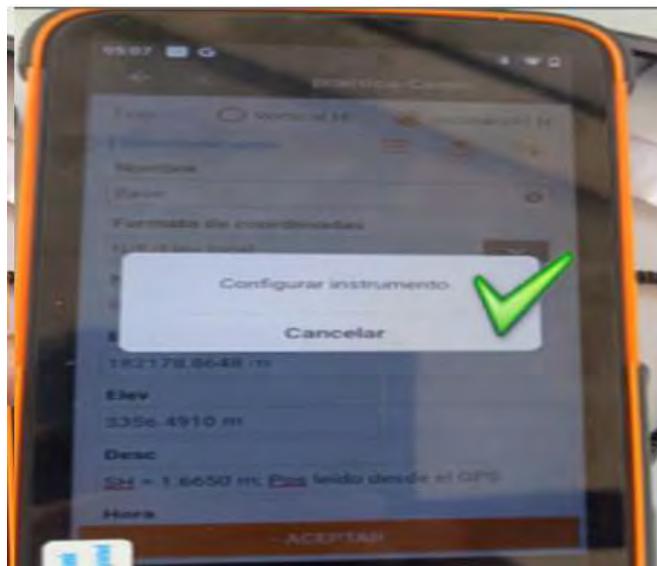
Configuración de modo manual

16. Activamos “Guardar el punto en el gestor del punto” (1), ingresamos la altura inclinada del instrumento anteriormente medido (1.665m) (2), seleccionamos que el modo de medición es inclinado (3), ponemos nombre del punto, en nuestro caso “Base” (4), finalmente ingresamos las coordenadas UTM del punto conocido en (5,6,7) y aceptamos (8)



Asignación e inicio de señal en modo RTK

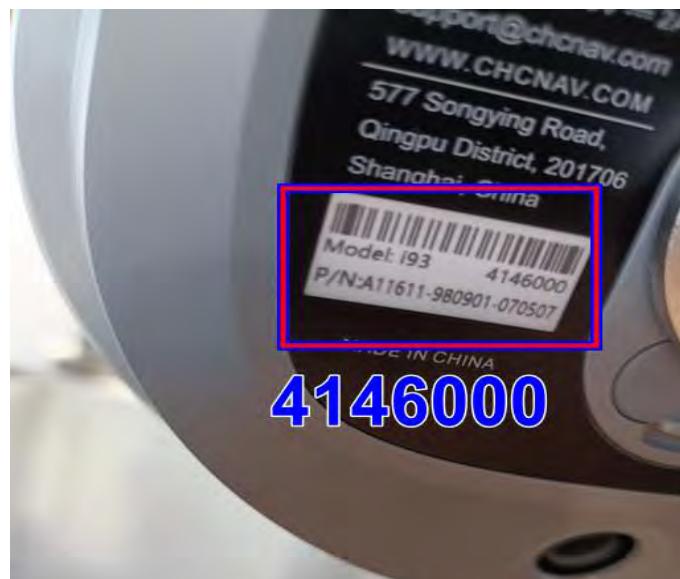
17. Al aceptar la anterior nos muestra lo siguiente, demora un poco, luego ya estará el equipo en modo base emitiendo señal RTK



CONEXIÓN DE GNSS EN MODO ROVER Y CAPTURA DE COORDENADAS

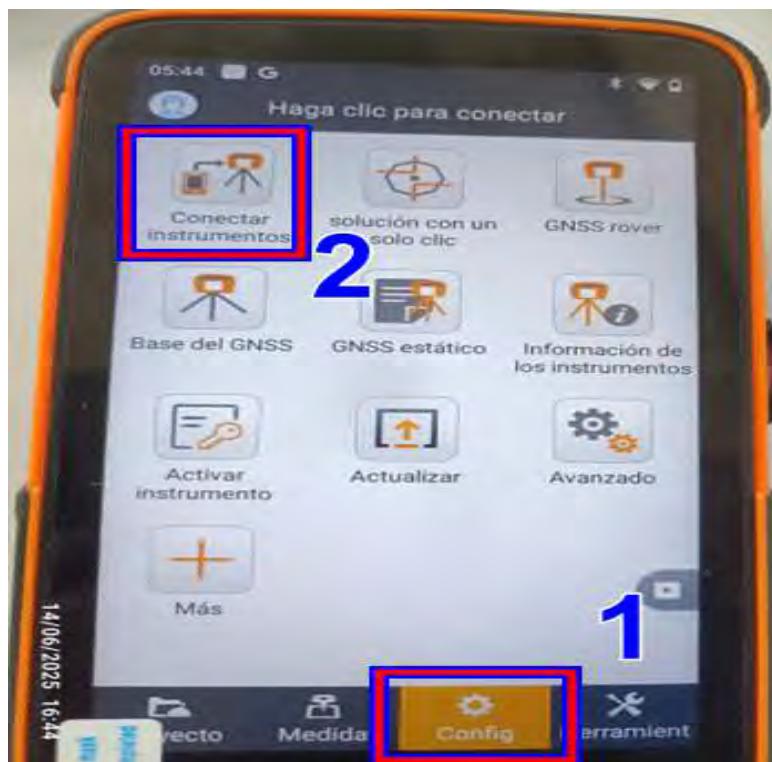
Identificación de receptor rover

18. Identificar la serie del receptor, en este caso 4146000 y conectamos similar al de la base



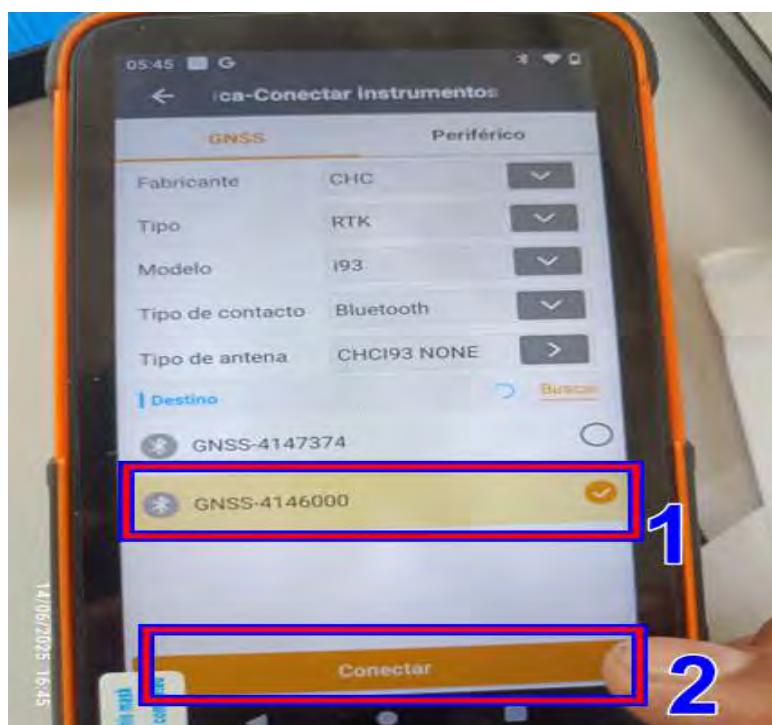
Conecitar instrumento

19. vamos a “configuración” (1), y buscamos el icono “conectar instrumentos” (2) y hacemos clic en este



Selección de instrumento

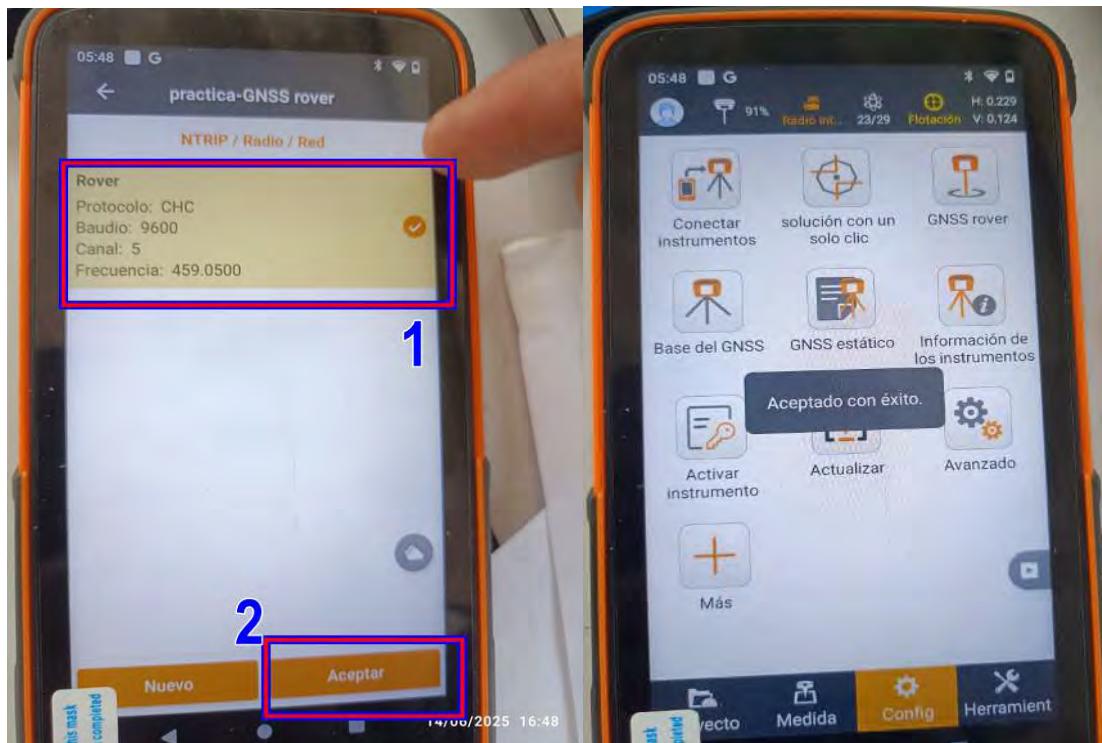
20. Identificamos la serie del equipo, en este caso 4146000 (1) y clic en “conectar” (2)



Asignación de modo rover

21. Seleccionar configuración existente denominado “rover” (1) y clic en aceptar (2).

Vista de aceptación del equipo en modo rover



Posicionamiento del receptor y medición de altura

22. El dispositivo rover requiere un entorno sin interferencias superiores, preferiblemente en lugares abiertos, con la antena debidamente instalada y en funcionamiento, la altura vertical en nuestro caso es 1.25m



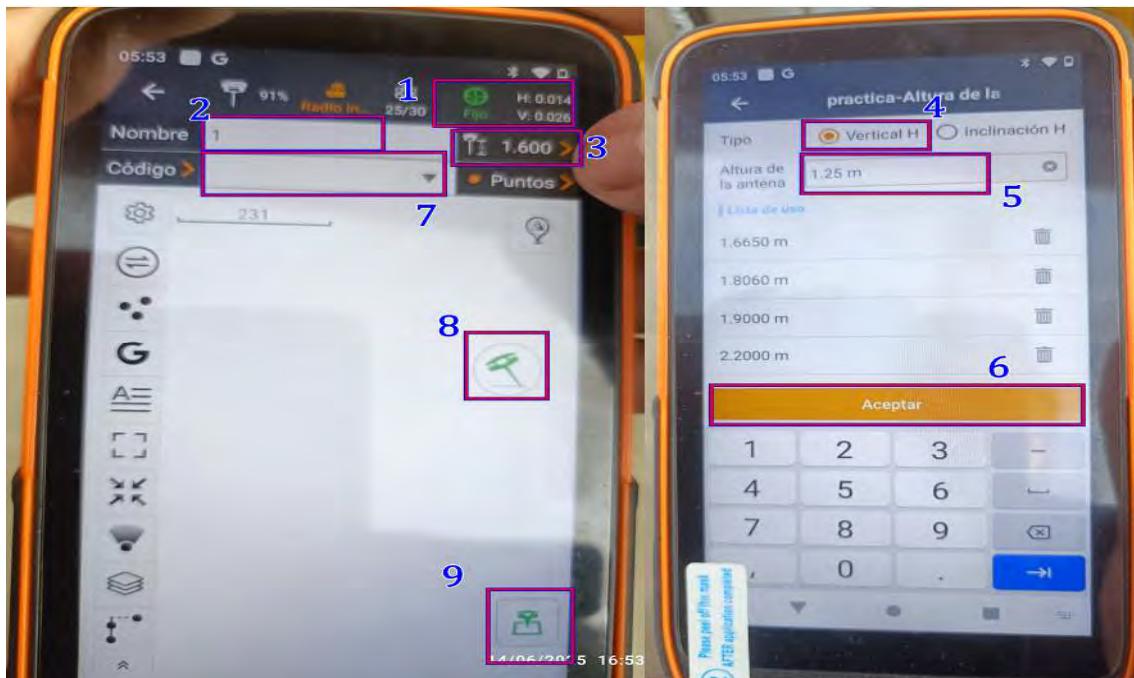
Entorno de captura de coordenadas

23. Ingresamos a pestaña de “medida” (1), y hacemos clic en ícono “información de área” (2)



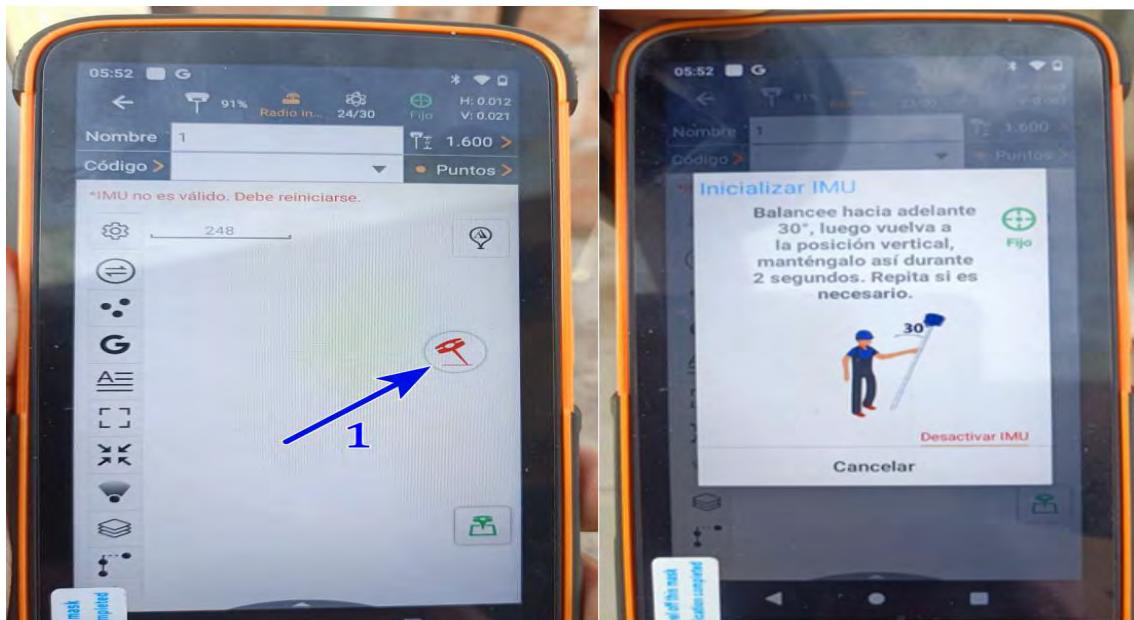
Entorno de colección de datos

24. Para hacer lectura de un punto topográfico revisamos que la precisión este en verde en modo fijo cuyas precisiones de detalle (1), la numeración del punto (2) de preferencia siempre números de orden correlativo, asignación del código o descripción del punto a lectura (2) el cual es opcional, altura del bastón o rover (3), está siempre debe de ser vertical (4), digitamos la altura de bastón, en nuestro caso 1.25m (5), y aceptamos altura (6), código o nombre del punto a capturar (7), vista de IMU activo si está en verde (8), y si está en rojo representa IMU desactivado, finalmente capturamos las coordenadas con clic en (9)



Activación de IMU

25. Hacemos clic en 1 si este IMU si está en rojo, lo cual indicaría que el IMU se encuentra desactivado. Movemos el rover según la imagen en un entorno despejado, una vez activado esta imagen desaparece



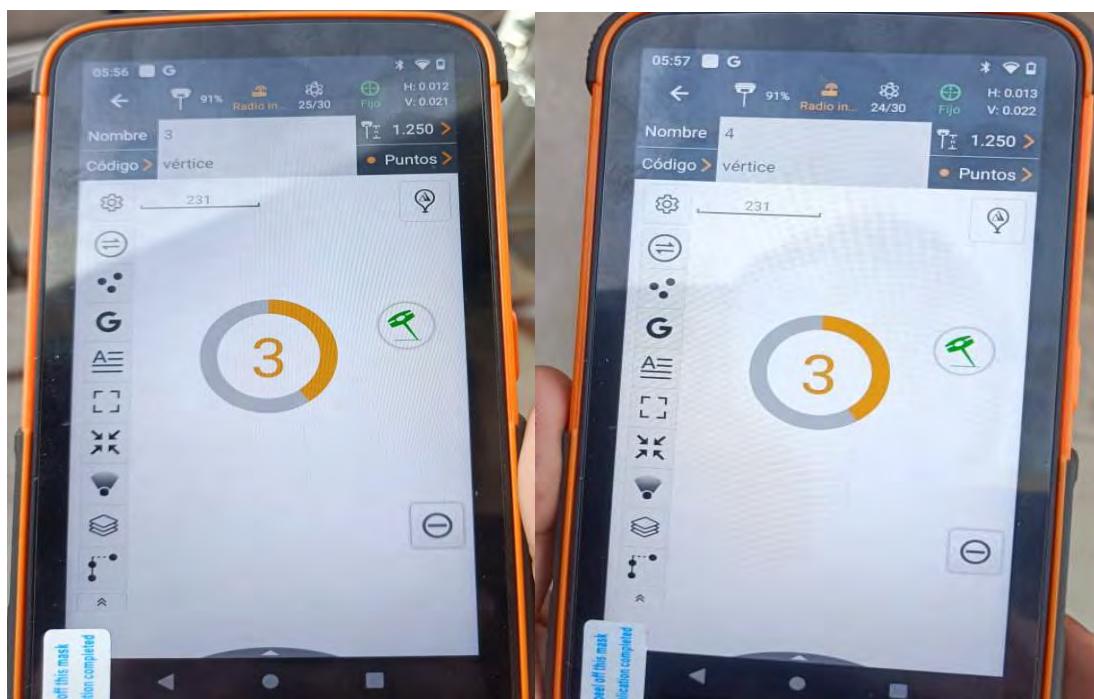
Vista de toma de datos

26. Equipo debe de estar en modo fijo (1), vista de precisiones de la captura de datos (2), tiempo en colectar datos en segundos (3) cabe indicar que este último se puede configurar



Captura del puntos

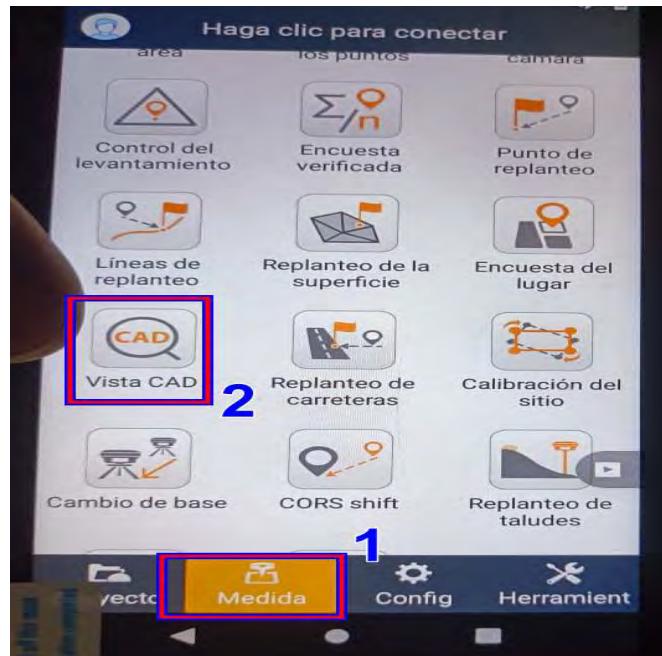
27. Se muestra la captura de los puntos 3 y 4



DETERMINACIÓN DE ÁREA, PERÍMETRO Y DISTANCIA ENTRE PUNTOS

Acceso a herramienta

28. Vamos a icono “medida” (1), y vamos a la “vista CAD” (2)



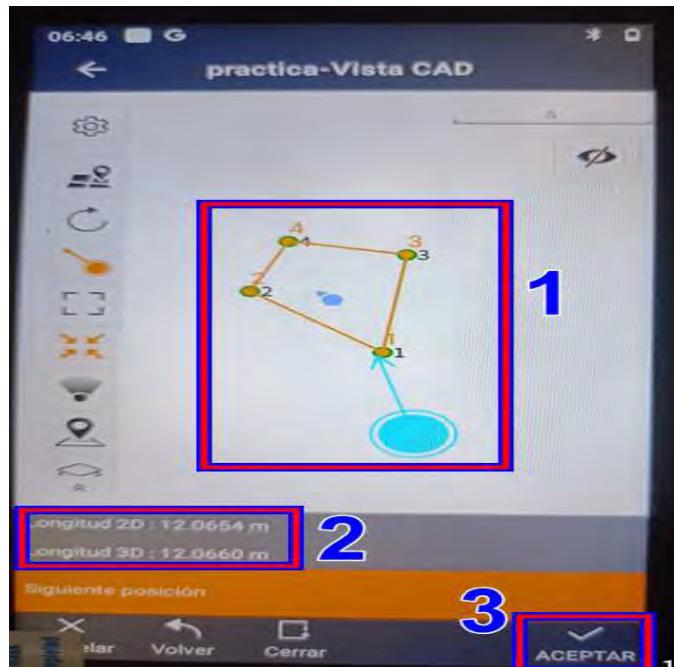
Dibujar polígono

29. Seleccionamos la opción “dibujar” (1), “polilínea” (2), centramos nuestros puntos (3), seleccionamos icono selector de punto (4), arrastramos vértice a vértice presionando el círculo celeste hasta contornear el polígono a trazar (5,6,7,8,9)



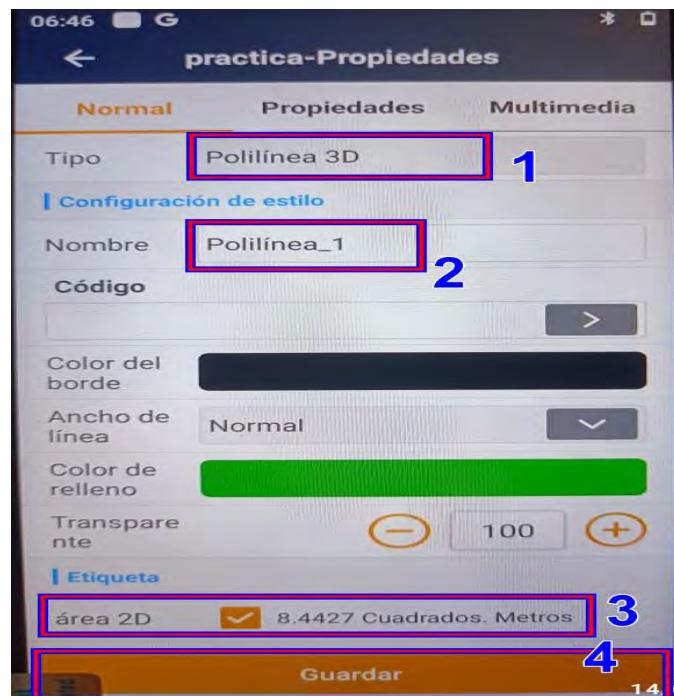
Trazo final

30. Una vez contorneado se muestra lo siguiente(1), vista de medidas perimétricas en 2D y 3D obtenidos (2) y hacemos clic en “aceptar” (3)



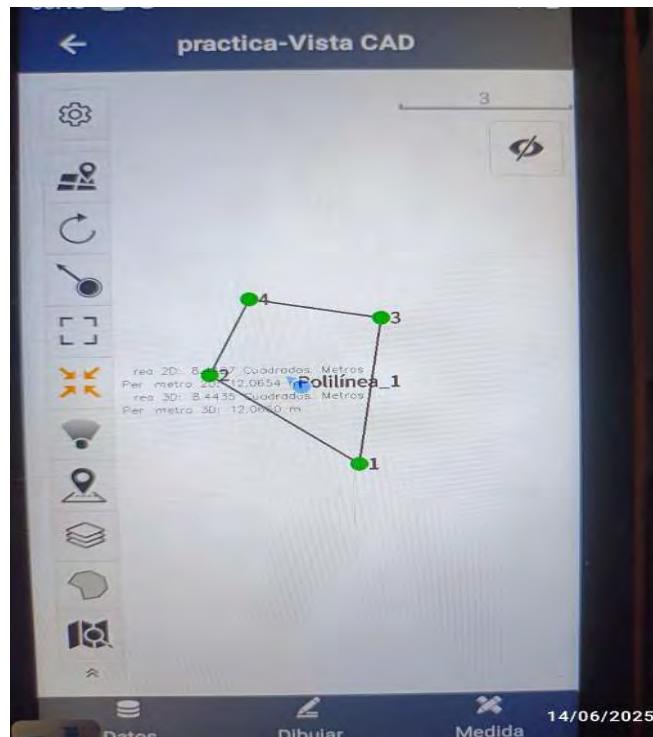
Guardado de polígono

31. Visualizamos el tipo de polígono obtenido (1), ingresamos “nombre” del polígono, en nuestro caso “polilínea_1” (2), vista del área preliminar obtenida (3), y clic en “guardar” (4)



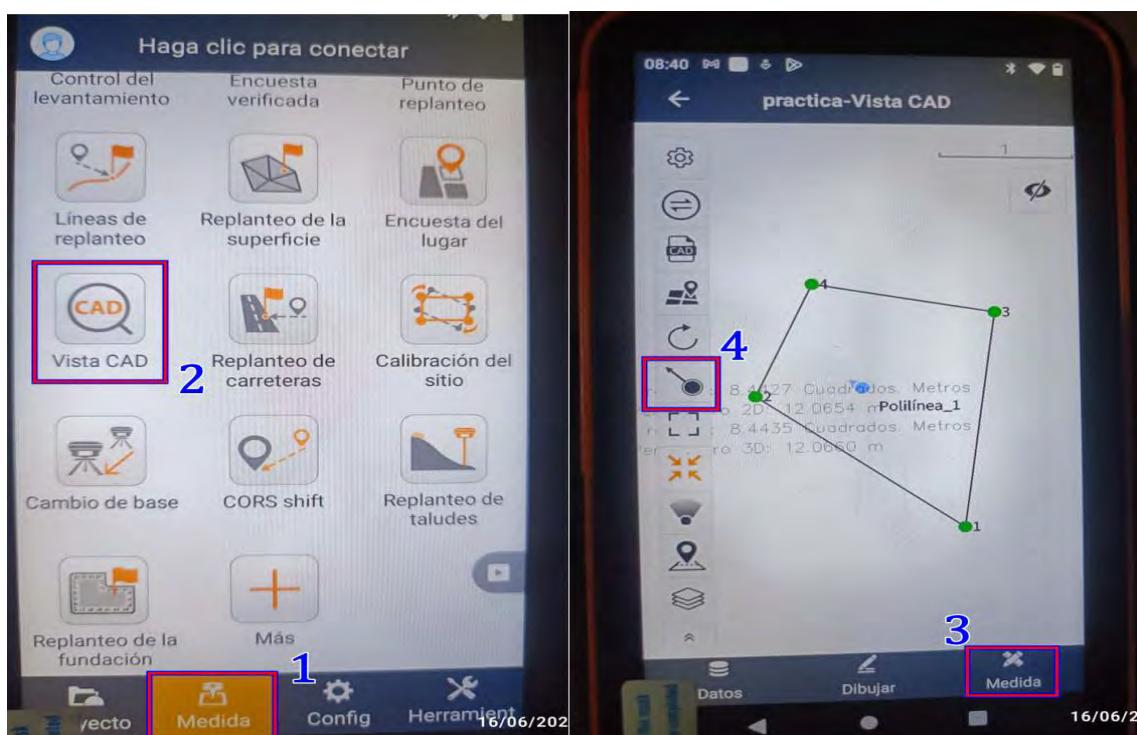
Vista de polígono y área

32. Se muestra los áreas y perímetros en 2D y 3D



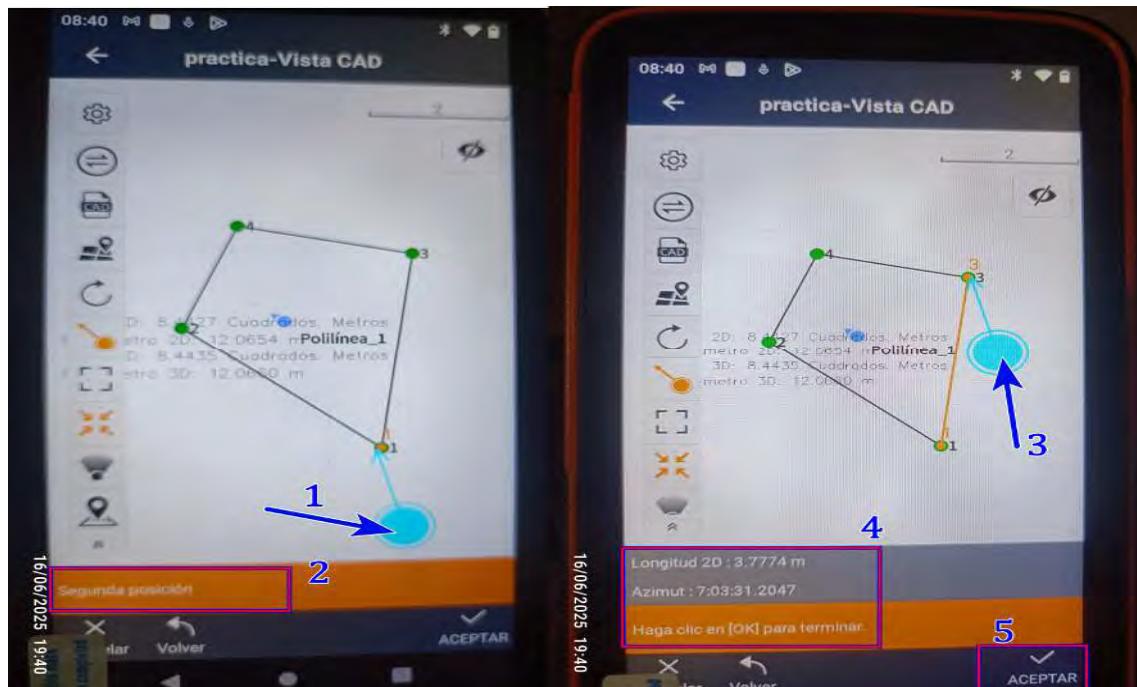
Acceso a medición de distancia entre puntos UTM

33. Seleccionamos el menú “medida” (1), luego seleccionamos el ícono “vista CAD” (2), seleccionamos el ícono “medida” (3), activamos el selector de puntos (4)



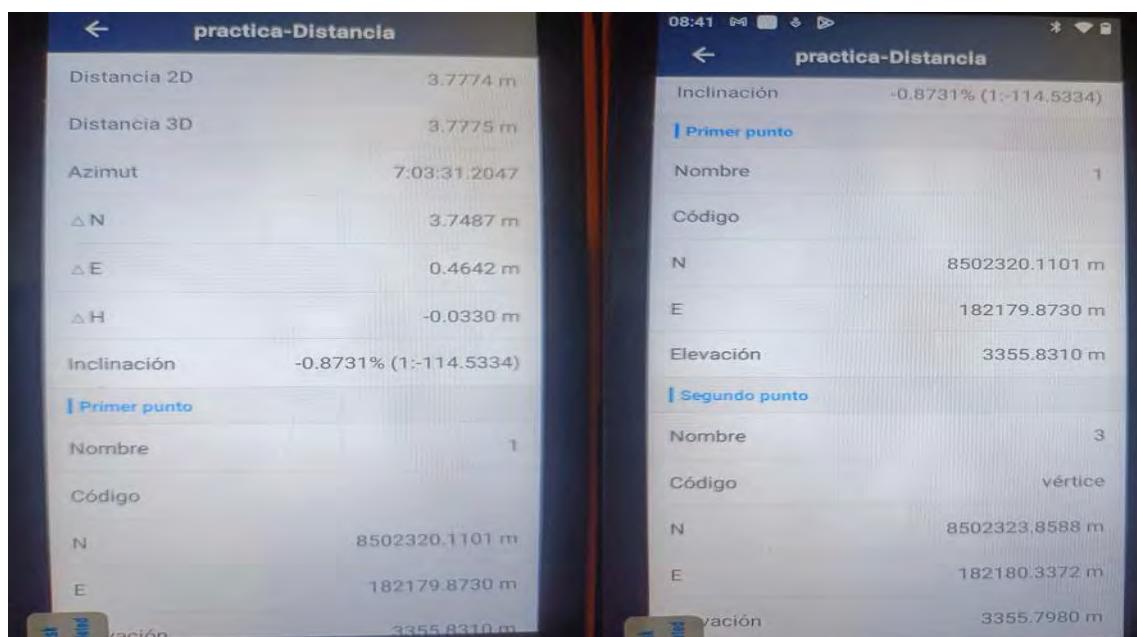
Medición de distancia entre puntos UTM

34. Seleccionar el círculo de selector de vértices (1) y dirigir al primer punto, una vez registrado nos pedirá seleccionar el segundo punto (2), desplazamos el selector de vértices al siguiente punto (3), se muestra la longitud 2D y azimut (4), clic en aceptar (5) para terminar.



Propiedades de línea medida

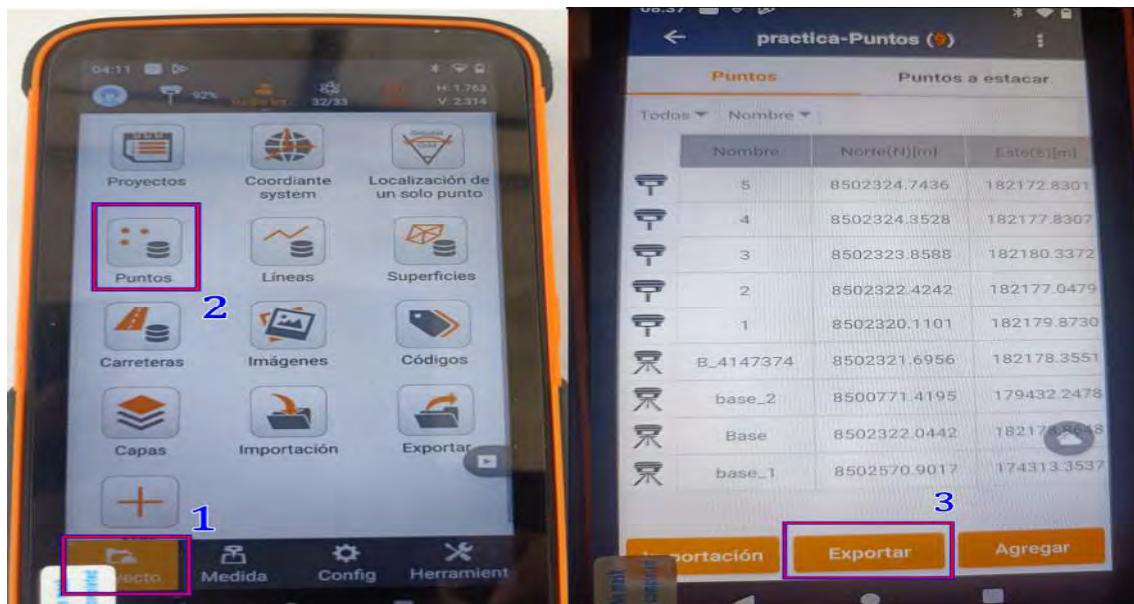
35. Se visualiza distancia 2D y 3D, azimut, desplazamiento relativo en Este, norte y altura, inclinación de línea, coordenadas UTM de puntos de inicio y fin,



EXPORTACION DE PUNTOS

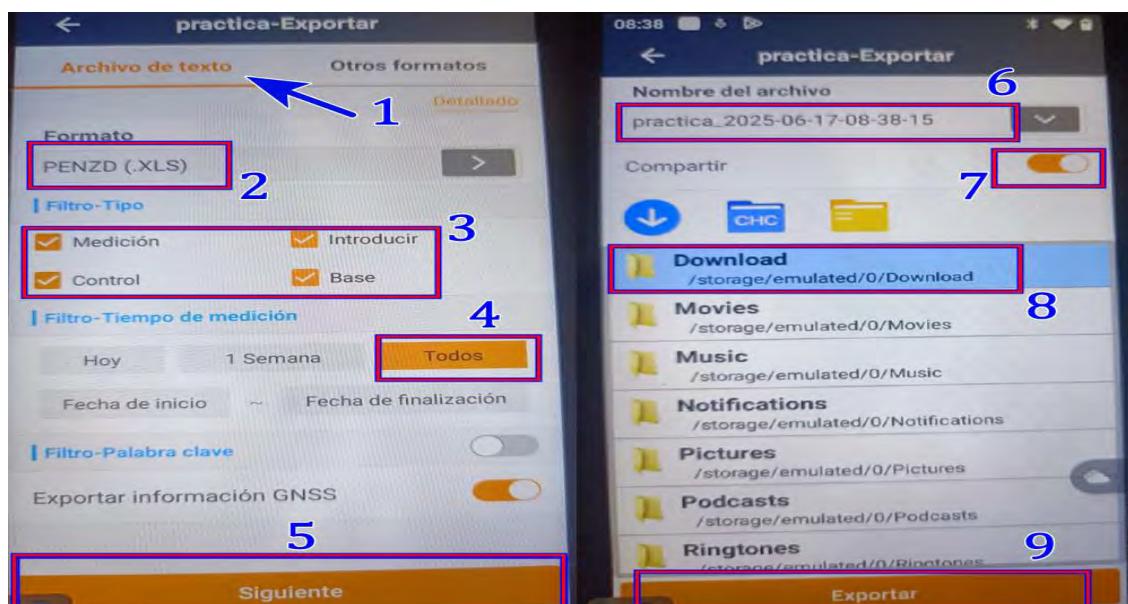
Exportar puntos

36. Vamos al menu “proyecto” (1), buscamos el icono “puntos” (2), exportamos con clic en 3



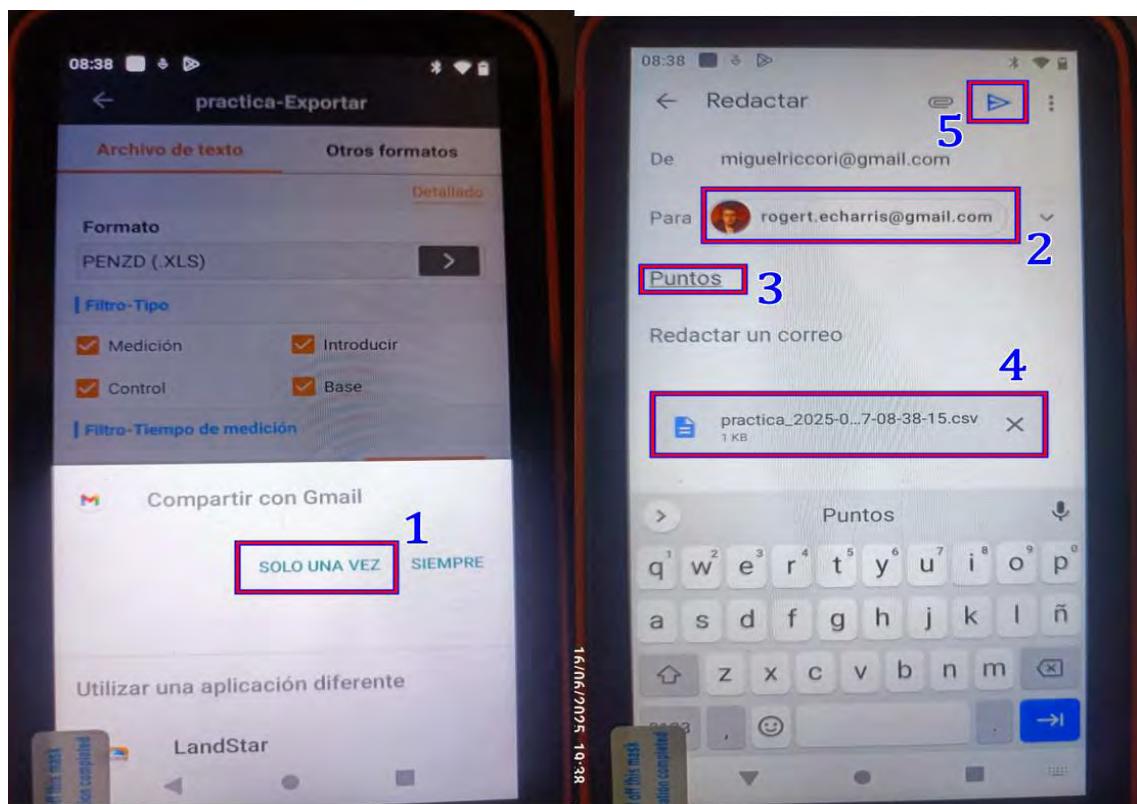
Parámetros de exportación

37. Seleccionamos archivo de texto (1), formato PENZD (2), activamos todo tipo de punto registrado (3), seleccionamos el levantamiento de todos los días que colectamos información para el proyecto(4), clic en siguiente (5), colocamos nombre al archivo exportado (6), activamos para compartir por correo si se tiene (7), elegimos la ubicación del archivo a exportar (8), clic en exportar (9)



Envío de puntos por correo

38. Una vez exportado aparece lo siguiente, donde hacemos clic en “solo una vez” (1), seleccionamos correo de destinatario (2), asunto de mensaje (3), verificación de archivo de puntos (4), finalmente exportamos (5)



Vista de archivo de puntos

A	B	C	D	E	F	G
1	Nombre	Este	Norte	Elevación	Código	
2	Base	182178.355	8502321.696	3355.853		
3	1	182179.873	8502320.110	3355.831		
4	2	182177.048	8502322.424	3355.812	vértice	
5	3	182180.337	8502323.859	3355.798	vértice	
6	4	182177.831	8502324.353	3355.776	vértice	
7	5	182172.830	8502324.744	3353.626	vértice	
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Manual de certificación de punto geodésico de orden C

Expediente de certificación

ORGANIZACIÓN DE EXPEDIENTE

- El expediente está conformado por la palabra “EXP” seguido de los códigos de puntos geodésicos a certificar, en nuestro caso certificaremos el PG de código 2012176 entonces en nuestro caso “EXP. 2012176”

Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Etiquetas
EXP. 2012176	1/07/2025 01:24	Carpeta de archivos		

- Esta carpeta debe de contener únicamente 03 carpetas en su interior.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
1. FORMULARIOS	1/07/2025 01:27	Carpeta de archivos	
2. DATOS GNSS	1/07/2025 01:29	Carpeta de archivos	
3. FOTOGRAFIAS	1/07/2025 01:28	Carpeta de archivos	

SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN DE PUNTO GEODÉSICO ORDEN “C”

- Enviamos un correo a certificacionign@gmail.com (1), solicitar la certificación de los puntos geodésicos indicando los códigos y adjuntando el expediente (2) de acuerdo al Siguiente modelo.

The screenshot shows a Gmail inbox with the following details:

- Compose** button is visible.
- Inbox** folder has 12 items.
- Sent** folder is selected, showing an email to **CJ INGENIEROS <certificacionign@gmail.com>**. The subject is "SOLICITO CERTIFICACION DE PPGG 2010399, 2010400, 2010401, 2010402, 2010403 Y 2010404". The message body says: "Buen dia estimados, solicitamos se revise el Expediente para la certificación de 06 puntos geodésicos de orden "C" con códigos del 2010399 al 2010404." and "Atte Ing. José Luis Carbajal Huilpa".
- Drafts** folder has 3 items.
- Labels** section shows an attachment: **EXP.2010399, 2010400, 2010401, 2010402, 2010403 Y 2010404.rar**.
- One attachment** is listed as "Scanned by Gmail".
- A red box highlights the attachment file name "EXP.2010399, 2010400, 2010401, 2010402, 2010403 Y 2010404.rar".
- A red number "2" is placed next to the attachment file name.

CARPETA “1. FORMULARIOS”

4. El contenido debe de ser solo un archivo en formato PDF que resulta de la unión de los siguientes Documentos:

1. Formulario 001 Datos Generales.pdf
2. Formulario 002 DJ Conocimiento de Norma.pdf
3. Formulario 003 DJ no Doc. Fraudulenta.pdf
4. Formulario 004 Diario de Observaciones.pdf
5. Formulario 005 Descripción Monográfica.pdf
6. Certificado Operatividad.pdf
7. Solicitud de códigos.pdf
8. Recibo Certificación.pdf
9. Recibo Data.pdf
10. Recibo Descripción Monográfica ERP.pdf

SEGÚN LA Siguiente imagen

EXP 2010399, 2010400, 2010401, 2010402, 2010403, 2010404 > 1. Formularios			
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
1. Formulario 001 Datos Generales.pdf	2/06/2025 13:30	Documento PDF	60 KB
2. Formulario 002 DJ Conocimiento de Norma.pdf	2/06/2025 13:31	Documento PDF	49 KB
3. Formulario 003 DJ no Doc. Fraudulenta.pdf	2/06/2025 13:31	Documento PDF	58 KB
4. Formulario 004 Diario de Observaciones.pdf	2/06/2025 13:32	Documento PDF	72 KB
5. Formulario 005 Descpcion Monografica.pdf	2/06/2025 12:01	Documento PDF	1,295 KB
6. Certificado Operatividad i50 hasta enero 2026.pdf	3/04/2025 09:52	Documento PDF	1,449 KB
7. solicitud de codigos 2010399 al 2010404.pdf	30/05/2025 11:54	Documento PDF	25 KB
9. Recibo Data 30-5-2025N°.R001-052247.pdf	2/06/2025 13:38	Documento PDF	56 KB
10. Recibo Descripcion Monografica ERP CS01.pdf	21/05/2025 11:13	Documento PDF	56 KB

A continuación, se presenta un ejemplo de llenado de cada uno de estos documentos

5. Formulario 001 Datos Generales.pdf

FORMULARIO: 001

DATOS GENERALES

a. DATOS DE LA PERSONA SOLICITANTE:

NOMBRES Y APELLIDOS:	JOSE LUIS CARBAJAL HUALLPA
DNI	47216716
DIRECCIÓN:	URB. BELLA VISTA MZ. C LT. 6, CUSCO – CUSCO - CUSCO
CELULAR:	953999808
CORREO ELECTRÓNICO:	cj.ingenieros.int@gmail.com
FIRMA:	

b. RECEPTOR Y ANTENA GPS/GNSS UTILIZADOS

CATEGORÍA	TIPO GPS/GNSS	MODELO	MARCA
RECEPTOR 01	GNSS	i90	CHCNAV
ANTENA 01	GNSS	i90	CHCNAV
RECEPTOR 02	GNSS	i90	CHCNAV
ANTENA 02	GNSS	i90	CHCNAV

c. SOFTWARE EMPLEADO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS GPS/GNSS

SOFTWARE:	TRIMBLE BUSINESS CENTER
VERSIÓN:	2024.10

d. CÓDIGOS DE PUNTOS GEODÉSICOS A CERTIFICAR

Nº	CÓDIGOS DE PUNTOS GEODÉSICOS
1	2009392
2	2009393
3	2009394
4	2009395
5	2009396


 Ing. José Luis Carabajal Huallpa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 341121

6. Formulario 002 DJ Conocimiento de Norma.pdf

FORMULARIO: 002

DECLARACIÓN JURADA

**TOMA DE CONOCIMIENTO DE LA NORMA TÉCNICA GEODÉSICA V 1.1.
APROBADA MEDIANTE RESOLUCIÓN JEFATURAL N°012-2025/IGN/GG/ORRHH,
Y LOS LINEAMIENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEODESICOS DE
ORDEN "A", "B", Y "C", APROBADO MEDIANTE RESOLUCIÓN JEFATURAL
N°078-2025/IGN/GG/DIG/SDCERTIF**

Yo, Jose Luis Carbajal Huallpa, identificado(a) con DNI N° 47216716 y con domicilio en Urb. Bella Vista Mz. C Lt. 6 del distrito Cusco, provincia Cusco y departamento Cusco declaro bajo juramento lo siguiente:

Que, he tomado conocimiento de toda la información consignada en la **NORMA TÉCNICA GEODÉSICA V 1.1.** aprobada mediante Resolución Jefatural N°012-2025/IGN/GG/ORRHH, y los **LINEAMIENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEODESICOS DE ORDEN "A", "B" Y "C"**, aprobado mediante Resolución Jefatural N°078-2025/IGN/GG/DIG/SDCERTIF, por lo que asumo la responsabilidad y acepto el resultado del proceso de verificación del expediente de certificación presentado.

Cusco, 24 de mayo del 2025


Inq. José Luis Carbajal Huallpa
INGENIERO CIVIL
CIP 341121

Firma del solicitante

Nombres y Apellidos: Jose Luis Carbajal Huallpa
DNI: 47216716

7. Formulario 003 DJ no Doc. Fraudulenta.pdf

FORMULARIO: 003**DECLARACIÓN JURADA****NO PRESENTAR DOCUMENTACIÓN FRAUDULENTA**

Yo, Jose Luis Carbajal Huallpa, identificado(a) con DNI Nº 47216716 y con domicilio en Urb. Bella Vista Mz. C Lt. 6 del distrito Cusco, provincia Cusco y departamento Cusco declaro bajo juramento lo siguiente:

Que, toda la información remitida es real y fidedigna, asumiendo la responsabilidad administrativa, civil y penal que puede derivar de la presentación del expediente de certificación para los siguientes códigos:

Nº	CÓDIGOS DE PUNTOS GEODÉSICOS
1	2009392
2	2009393
3	2009394
4	2009395
5	2009396

En caso de encontrarse documentación fraudulenta, doy conformidad a que el expediente de certificación sea declarado como servicio atendido; y los códigos de puntos geodésicos que conforman el expediente de certificación sean categorizados como anulados.

Cusco, 24 de mayo del 2025

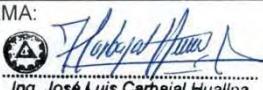


Ing. José Luis Carbajal Huallpa
INGENIERO CIVIL
CIP 341121

Firma del solicitante

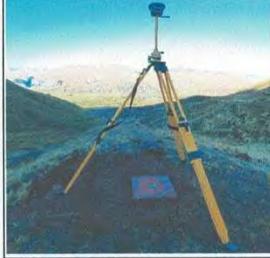
Nombres y Apellidos: Jose Luis Carbajal Huallpa
DNI: 47216716

8. Formulario 004 Diario de Observaciones.pdf

FORMULARIO: 004			
DIARIO DE OBSERVACIONES			
Código del punto geodésico: <u>2009392</u> Fecha de posicionamiento: <u>10/05/2025</u>			
Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Marca
Receptor: _____	<u>GNSS</u>	<u>i90</u>	<u>CHCNAV</u>
Antena: _____	<u>GNSS</u>	<u>i90</u>	<u>CHCNAV</u>
Altura de la Antena Punto de referencia en el monumento: <i>Punto ubicado en el centro del disco de bronce</i>	Imagen de la medición de altura de la antena:		
Punto de referencia en la antena: <u>Extremo de la Herramienta Auxiliar H.I.</u>			
TIPO DE MEDIDA			
<input type="checkbox"/> Vertical ó <input checked="" type="checkbox"/> Inclinada			
Valor de la altura medida: <u>1.665</u> m			
Datos de observación: Intervalo de grabación: <u>1</u> seg. Máscara de elevación: <u>10</u> ° Hora de Inicio: <u>07:02 10/05/2025</u> Hora de termino: <u>13:25 10/05/2025</u>	NOMBRES Y APELLIDOS DEL SOLICITANTE: ING. JOSE LUIS CARBAJAL HUALLPA FIRMA:  <i>Ing. José Luis Carabajal Huallpa</i> INGENIERO CIVIL CIP 341121		

9. Formulario 005 Descripción Monográfica.pdf

FORMULARIO: 005

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA			
<p>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISION DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SANGARARA, MARCACONGA, UNION CHAHUAY Y YANANPAMPA DEL DISTRITO DE SANGARARA DE LA PROVINCIA DE ACOMAYO DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO" CON CODIGO UNICO DE INVERSION: 2595477</p>			
CÓDIGO DE PUNTO GEODÉSICO:	2009392		
LATITUD (S) WGS-84: 13°55'30.71815"	LONGITUD (O) WGS-84: 71°34'49.61675"	NORTE (N) WGS-84: 8459034.396	ESTE (E) WGS-84: 221161.478
ALTURA ELIPSOIDAL (METROS): 4204.977	ORDEN: "C"	ZONA UTM: 19S	
REFERENCIA DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO 	 		
<p>DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE MONUMENTACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:</p> <p>Este trabajo se realizó iniciando la toma de datos satelitales a las 07:02:04 del día 10/05/2025 y finalizó a las 13:25:59 del día 10/05/2025, registrando un tiempo total de lectura de 06:23:55 horas. Se utilizó el equipo CHCNAV i90, con número de serie 3495906. El punto geodésico corresponde a un monumento constituido por un hito de concreto de 40x40x60 cm, que cuenta con una placa de bronce incrustada en bajo relieve, la cual muestra un triángulo con un punto en el centro que indica con precisión la ubicación del punto. Durante el tiempo de lectura no se presentaron complicaciones climatológicas ni interferencias por cableado, postes u otras personas.</p>			
DATOS DEL SOLICITANTE NOMBRES Y APELLIDOS: ING. JOSE LUIS CARBAJAL HUALLPA	FECHA DE POSICIONAMIENTO: 10/05/2025	FIRMA:  Ing. José Luis Carbalal Huallpa INGENIERO CIVIL CIP 341121	

10. Certificado Operatividad.pdf



11. Solicitud de códigos.pdf

SOLICITUD DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODÉSICOS	
Nº Solicitud : 0000025295	
SOLICITANTE	CARBAJAL HUALLPA JOSE LUIS
TELEFONO / CELULAR	953999808
CORREO ELECTRONICO	joseloluis15@gmail.com
Datos del Punto Geodésico 1	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 1(*)	2009392
Datos del Punto Geodésico 2	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 2(*)	2009393
Datos del Punto Geodésico 3	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 3(*)	2009394
Datos del Punto Geodésico 4	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 4(*)	2009395
Datos del Punto Geodésico 5	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 5(*)	2009396
FECHA DE REGISTRO :	06/05/2025
NOTA Se hace de su conocimiento que el solicitante consignado el presente documento es la unica persona autorizada para tramitar el servicio de certificacion de puntos geodesicos	


 Ing. José Luis Carbajal Hualpa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 341121

12. Recibo Certificación.pdf



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO
LIMA - LIMA
TELEFONO : 226-7067
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE

Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

RECIBO DE INGRESO	
RUC :	20301053623
R001-051526	

Datos de Cliente		Datos del Recibo			
Cliente : CJ INGENIEROS SOLUCIONES INTEGRALES S.R.L.		Fecha de Emision : 20 Mayo 2025			
Direccion : CAL.BAYONETA NRO. 679 BAR. SAN PEDRO		Nº Interno : 0000008844			
CUSCO - CUSCO - CUSCO		Forma de Pago : DEPOSITO			
RUC. 20604962391		Tipo de Moneda : SOLES			
ITEM	CODIGO	CANTIDAD		PRECIO U	SUBTOTAL
01	S-02-06-02291	SERVICIO DE CERTIFICACION DE PROCESAMIENTO DE PUNTO GEODESICO - ORDEN "C" --		5.00	307.70
MIL QUINIENTOS TREINTA Y OCHO CON 50/100 SOLES				IMPORTE TOTAL S/	1,538.50

Vendedor : aleonv

Cobrado Por : aleonv

Hora Impresion : 11:19:17a.m.

Esta es una representacion impresa

Nº NOTA VENTA : 0000009736

CODIGOS:2009392 AL 2009396

SOLICITANTE:CARBAJAL HUALLPA JOSE LUIS

CJ.INGENIEROS.INT@GMAIL.COM


 Ing. José Luis Carabajal Huallpa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 341121

13. Recibo Data.pdf



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO
LIMA - LIMA
TELEFONO : 226-7067
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE

Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

RECIBO DE INGRESO

RUC :20301053623

R001-050977

Datos de Cliente		Datos del Recibo			
Cliente :	CJ INGENIEROS SOLUCIONES INTEGRALES S.R.L.	Fecha de Emision :	12 Mayo	2025	
Direccion :	CAL.BAYONETA NRO. 679 BAR. SAN PEDRO CUSCO - CUSCO - CUSCO	Nº Interno :	0000008289		
RUC.	20604962391	Forma de Pago :	DEPOSITO - DEPOSITO		
		Tipo de Moneda :	SOLES		
01	S-02-04-00019	SERVICIO DE DATA DE LA RED GEODESICA NACIONAL (DATA GNSS ERP) - WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ 080108	2.00	119.40	238.80
DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO CON 80/100 SOLES			IMPORTE TOTAL	S/	238.80

Vendedor : jBROCCAB

Cobrado Por : aleonv

Hora Impresion : 04:18:35p.m.

Esta es una representacion impresa

Nº NOTA VENTA : 0000009152

SOLICITANTE: CARBAJAL HUALLPA JOSE LUIS

ERP CS01 - WANCHAQ (AL SEGUNDO)

FECHAS: 09,10 / 05 / 2025

CJ.INGENIEROS.INT@GMAIL.COM


 Ing. José Luis Carbajal Huallpa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 341121

14. Recibo Descripción Monográfica ERP.pdf



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO
LIMA - LIMA
TELEFONO : 226-7067
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE

Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

RECIBO DE INGRESO	
RUC :	20301053623
R001-046283	

Datos de Cliente		Datos del Recibo			
Cliente : CJ INGENIEROS SOLUCIONES INTEGRALES S.R.L.		Fecha de Emision : 26 Febrero 2025			
Direccion : CAL.BAYONETA NRO. 679 BAR. SAN PEDRO		Nº Interno : 0000003552			
CUSCO - CUSCO - CUSCO		Forma de Pago : DEPOSITO			
RUC. 20604962391		Tipo de Moneda : SOLES			
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION MONOGRAFICA DE PUNTO GPS ERP (A,B,C) (FICHA TECNICA DE ERP GNSS) - WANCHAQ CUSCO CUSCO -- WANCHAQ	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	S-02-05-00003	1.00	116.70	116.70	
CIENTO DIECISEIS CON 70/100 SOLES			IMPORTE TOTAL	S/	116.70

Vendedor : aleonv

Cobrado Por : aleonv

Hora Impresion : 12:44:12p.m.

Esta es una representacion impresa

Nº NOTA VENTA : 0000003892

CJ.INGENIEROS.19@GMAIL.COM


 Ing. José Luis Carabajal Huallpa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 341121

CARPETA “02 DATOS GNSS”

Contenido

15. Según la siguiente Imagen a partir de la cuarta carpeta se tiene la cantidad de puntos a certificar, además de adjuntar la conversión de altura y el manual del equipo utilizado

EXP 2010399, 2010400, 2010401, 2010402, 2010403, 2010404 > 2. Datos GNSS >			
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
1. Datos de la estación base	30/05/2025 16:11	Carpeta de archivos	
2. Efemerides	30/05/2025 15:44	Carpeta de archivos	
3. Procesamiento	30/05/2025 19:05	Carpeta de archivos	
4. 2010399	30/05/2025 13:00	Carpeta de archivos	
5. 2010400	30/05/2025 12:50	Carpeta de archivos	
6. 2010401	30/05/2025 12:55	Carpeta de archivos	
7. 2010402	30/05/2025 13:08	Carpeta de archivos	
8. 2010403	30/05/2025 12:57	Carpeta de archivos	
9. 2010404	30/05/2025 13:10	Carpeta de archivos	
CONVERSION DE ALTURA.pdf	30/05/2025 15:49	Documento PDF	230 KB
MANUAL DEL EQUIPO CHCNAV I90.pdf	21/05/2025 09:50	Documento PDF	3,243 KB

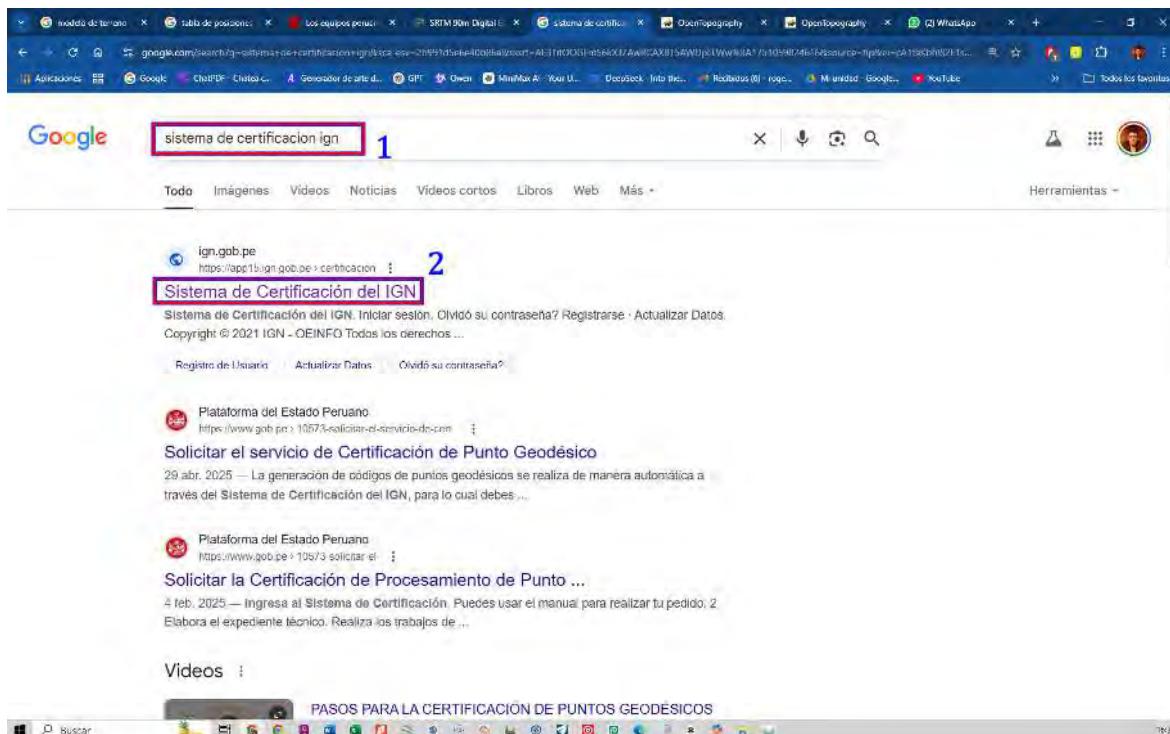
Carpeta “Datos de la estación base”

16. Aquí se debe de colocar la data adquirida por el IGN además de la descripción monográfica de la estación de rastreo permanente con la cual se procesará los puntos geodésicos a certificar

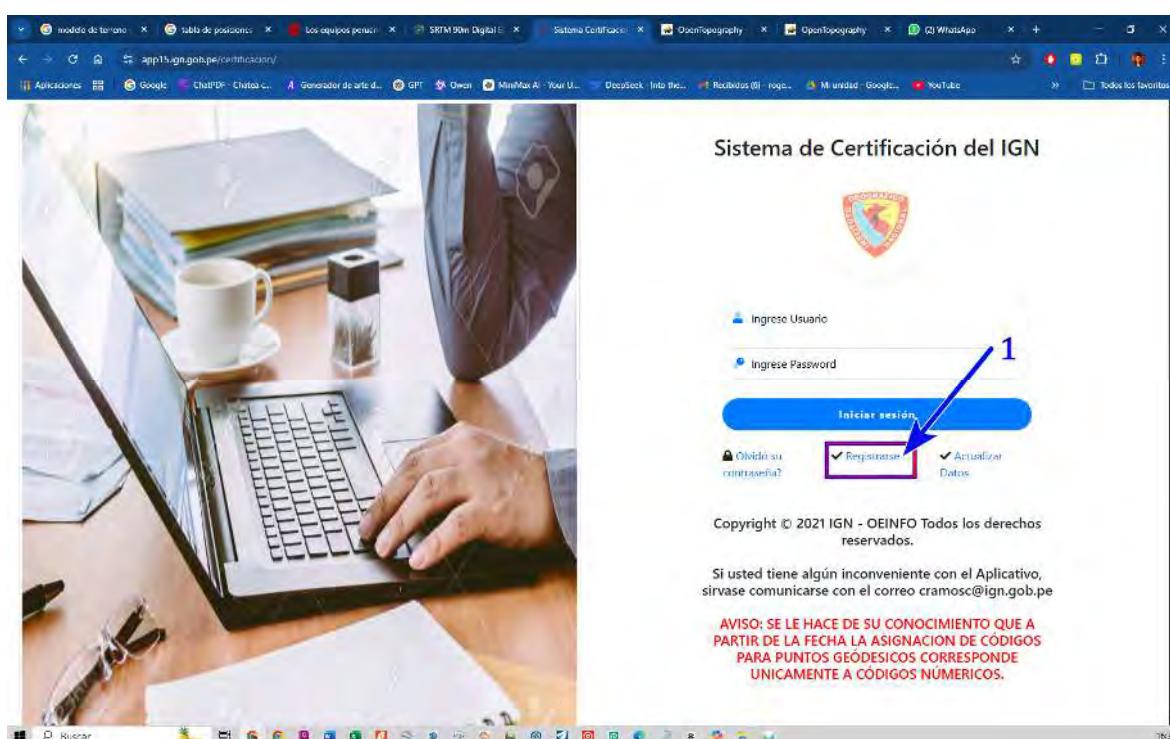
EXP 2010399, 2010400, 2010401, 2010402, 2010403, 2010404 > 2. Datos GNSS > 1. Datos de la estación base			
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
CS01_28-05-2025	30/05/2025 16:11	Carpeta de archivos	
CS01_29-05-2025	30/05/2025 16:11	Carpeta de archivos	
DESCRIPCION MONOGRAFICA ERP CS01.pdf	5/05/2025 11:17	Documento PDF	589 KB

Solicitud de asignación de códigos al IGN

17. En Google buscar “sistema de certificación IGN” (1) y hacer clic en (2)



18. Registrarse, y crear cuenta, puede ser con correo únicamente, y te envían contraseña mediante correo



19. Llenar los datos solicitados, según la imagen

Registro de Usuario

Tipo Documento
DOCUMENTO NACIONAL DE IDENTIDAD (DNI)

Número de Documento
46738236

Apellidos y Nombres
ECHARRI SALAS ROBERT EDSON

Correo
robert.echarri@gmail.com

Celular
95774397

Registrarse

20. Ingresar cuenta y contraseña y clic en “iniciar sesión”

Sistema de Certificación del IGN

robert.echarri@gmail.com

.....

Iniciar sesión

Olvidé mi contraseña

Regístrate

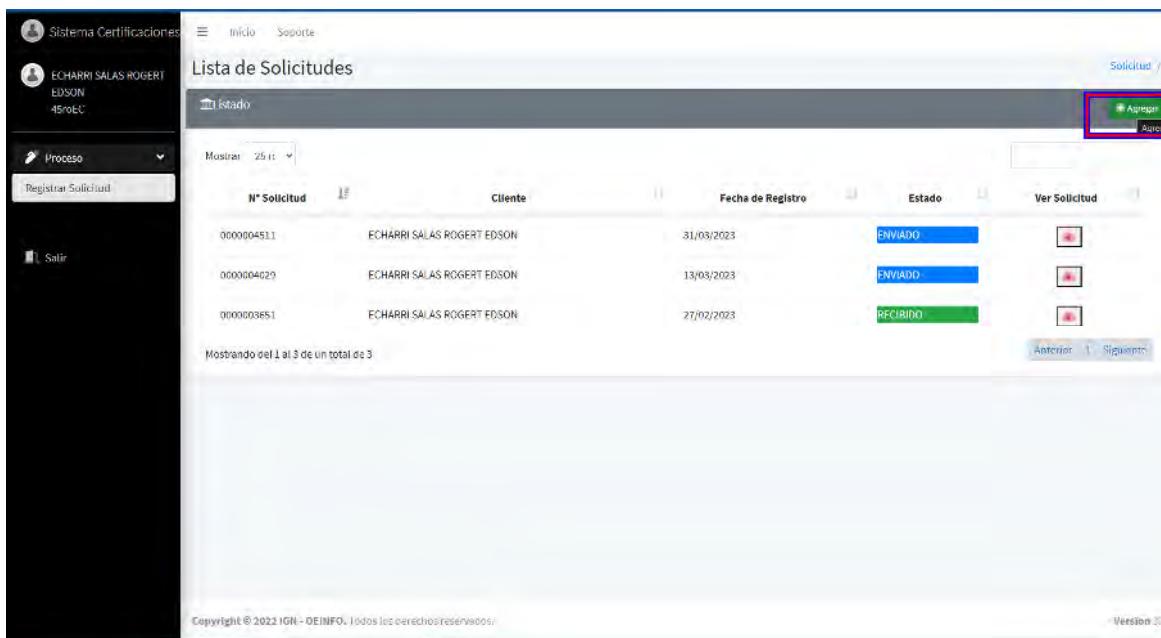
Actualizar Datos

Copyright © 2021 IGN - OEINFO Todos los derechos reservados.

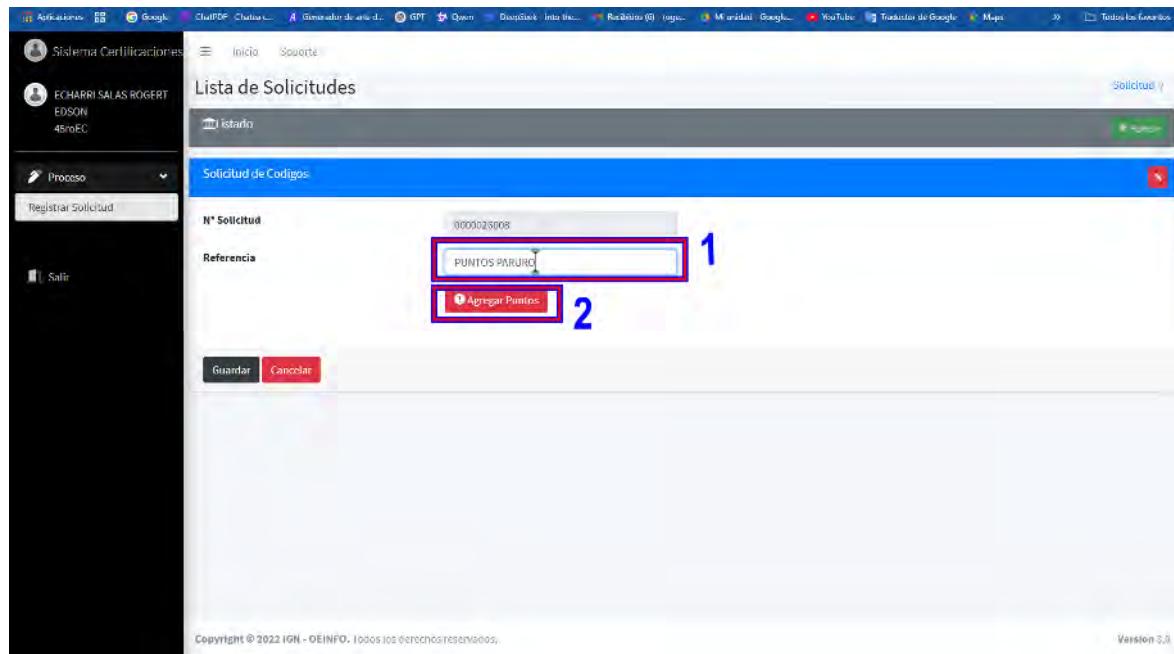
Si usted tiene algún inconveniente con el Aplicativo, sírvase comunicarse con el correo cramosc@ign.gob.pe

AVISO: SE LE HACE DE SU CONOCIMIENTO QUE A PARTIR DE LA FECHA LA ASIGNACION DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODESICOS CORRESPONDE UNICAMENTE A CÓDIGOS NÚMERICOS.

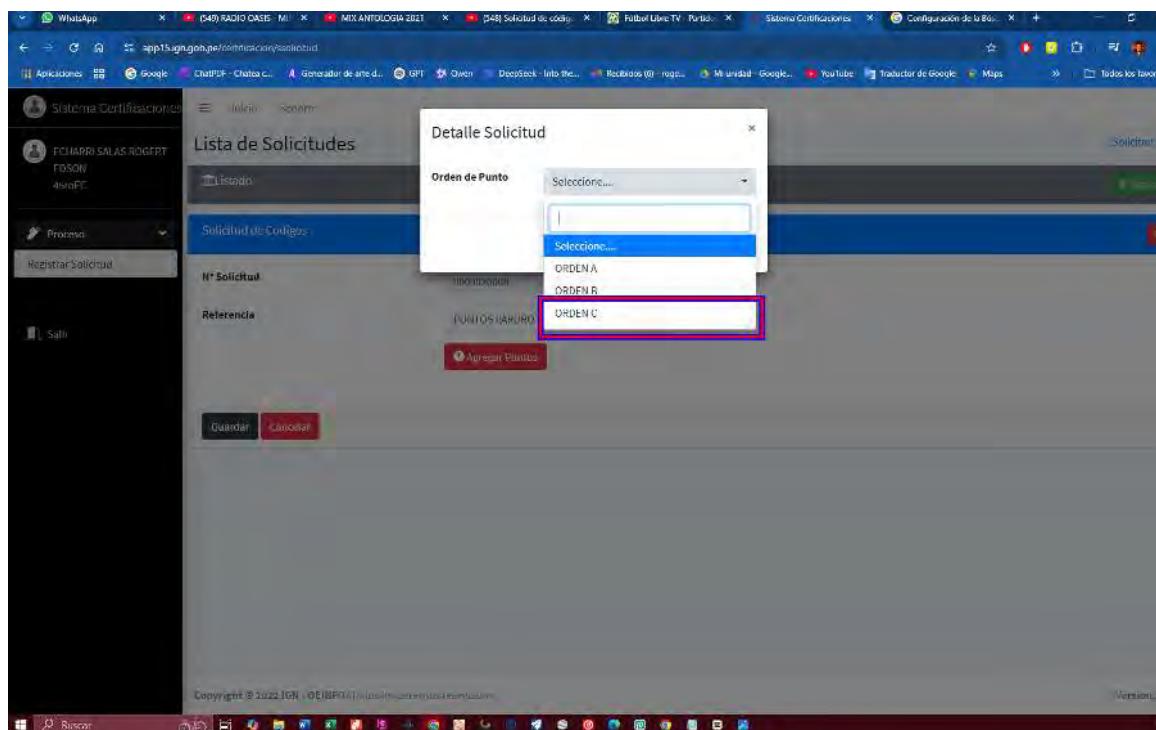
21. Agregar una nueva solicitud, clic en “Agregar”



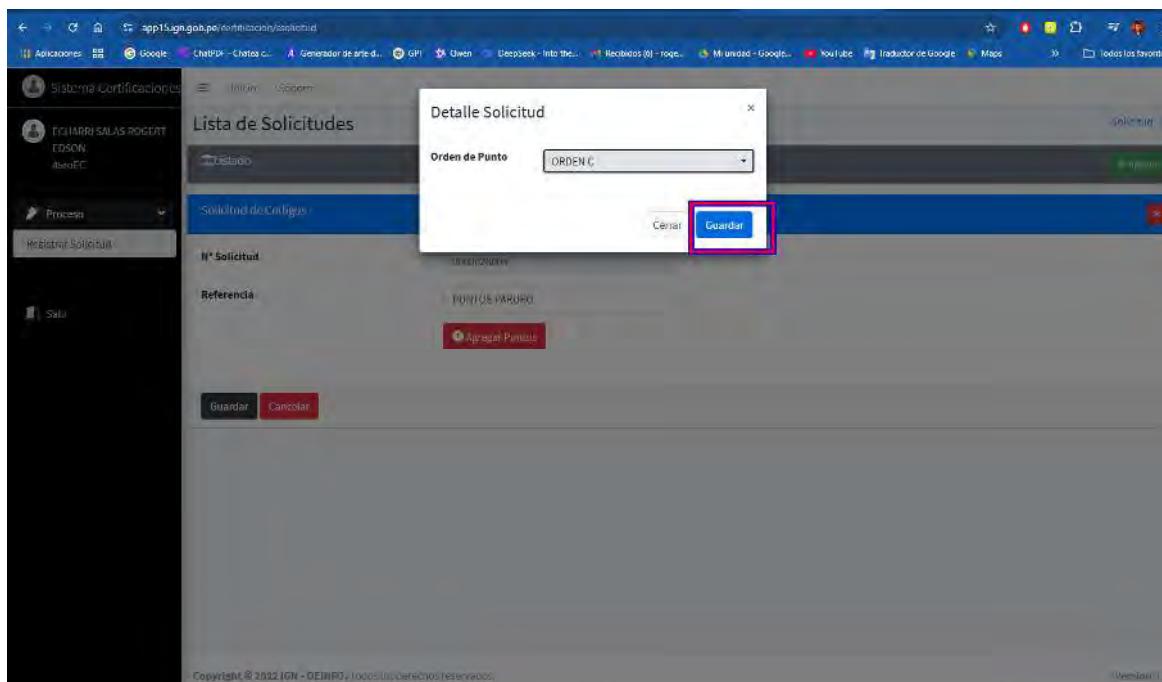
22. Ingresar el nombre del Lugar donde se realizará y hacer clic en agregar puntos



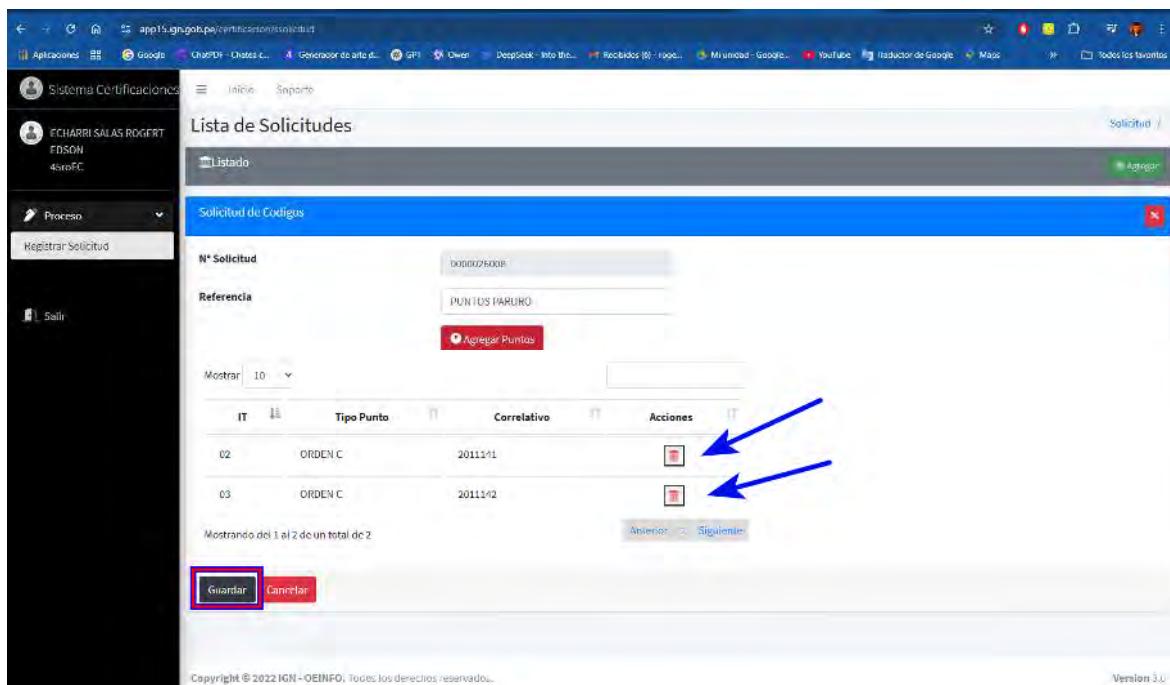
23. Ingresar el orden del punto geodésico, en este caso el de orden “C”



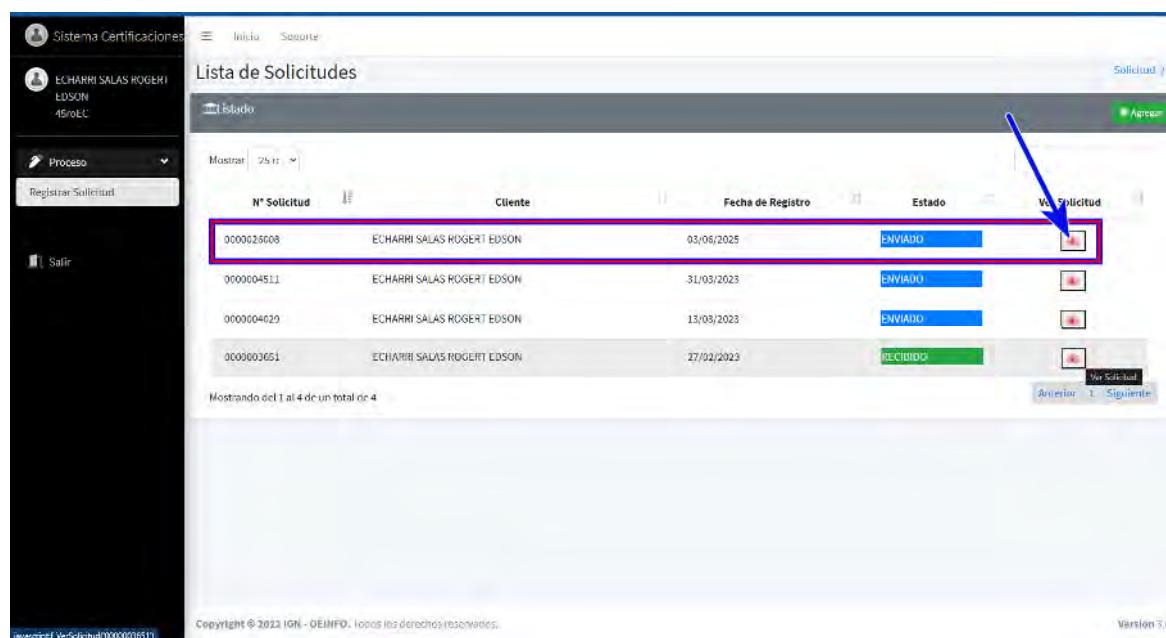
24. .Guardar el detalle de solicitud, cada clic en “Guardar” es por un punto geodésico, en este caso son 02 puntos geodésicos entonces dos veces clic



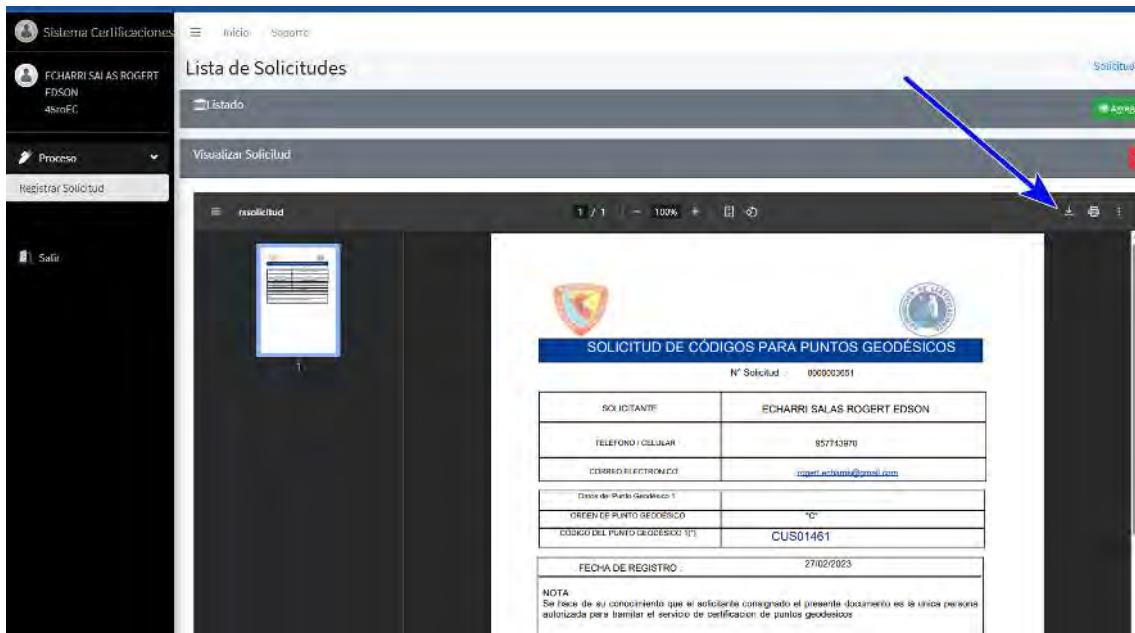
25. Visualizar la cantidad de códigos a solicitar y clic en “Guardar”



26. Acceder a la descarga de la solicitud de códigos, clic en ícono “Descargar”

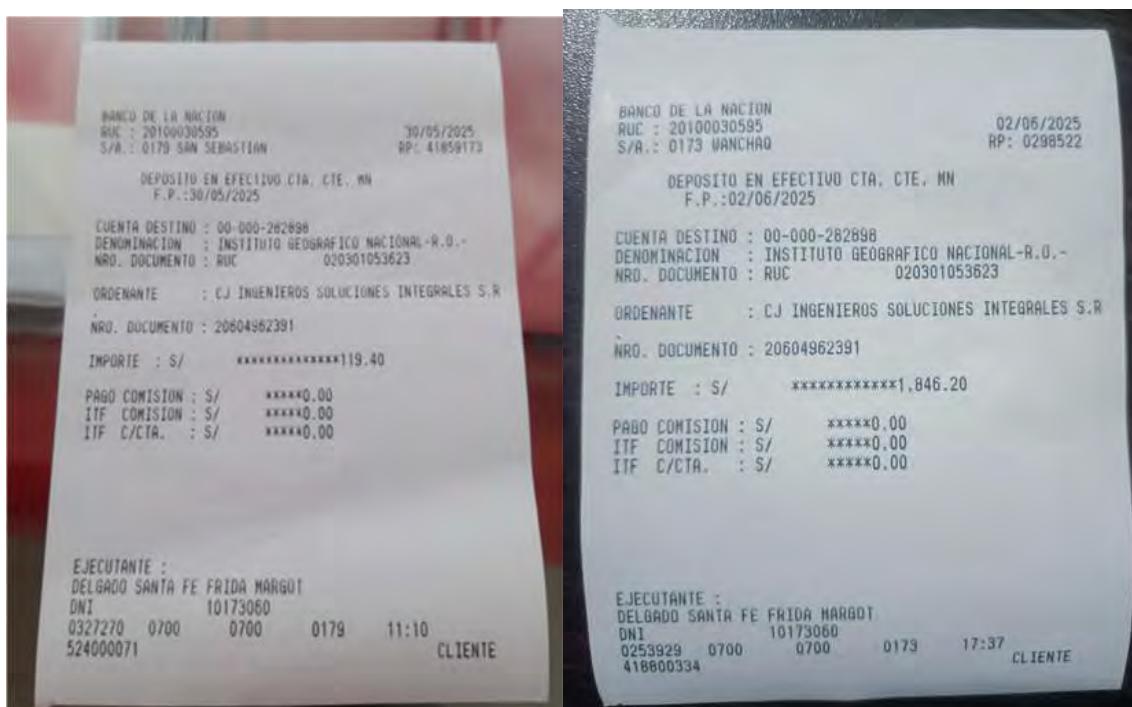


27. Finalmente descargar en formato PDF la solicitud de códigos, y guardar en la carpeta 01 de Formularios con la numeración de “7. Solicitud de Códigos”



Solicitud de Data de ERP, Descripción Monográfica de ERP y Recibo por Certificación de Punto geodésico

28. Compra de data mediante deposito a cuenta corriente **00000282898** a nombre de IGN por el monto de **S/. 119.40** por data de un día, el monto de **S/. 116.70** por ficha técnica de la estación de rastreo permanente y para certificación de cada Punto geodésico el monto de **S/. 307.70** en todos en baucher separados.



29. Enviar correo de solicitud para adquirir "Data de ERP" a los correos ign.comercializacion@gmail.com y comercializacion@ign.gob.pe adjuntando el boucher por deposito al IGN y PDF de solicitud de códigos con el siguiente modelo de solicitud:

CJ INGENIEROS <cj.ingenieros.int@gmail.com>
To: ign.comercializacion@gmail.com, COMERCIALIZACION IGN <comercializacion@ign.gob.pe>

Buen dia,

Solicito **02 DATA** del dia:

1. MIÉRCOLES 28 DE MAYO DEL 2025 y
2. JUEVES 29 DE MAYO DEL 2025

Con intervalo de registro cada 1 segundo, de la ERP: CUSCO con código: CS01.

Puntos para certificación de orden "C" según:

MIÉRCOLES 28 DE MAYO DEL 2025

- Punto Geodésico 01 de código 2010399
- Punto Geodésico 02 de código 2010400

JUEVES 29 DE MAYO DEL 2025

- Punto Geodésico 03 de código 2010401
- Punto Geodésico 04 de código 2010402
- Punto Geodésico 05 de código 2010403
- Punto Geodésico 06 de código 2010404

Todos en el distrito y provincia de Paruro, departamento Cusco.

Adjunto boucher de pago y solicitud de códigos.

DATOS PARA EL COMPROBANTE DE PAGO:

RAZÓN SOCIAL: CJ INGENIEROS SOLUCIONES INTEGRALES S.R.L

RUC: 20604962391

CEL.: 957743970

DOMICILIO: CALLE BAYONETA NRO 679 BAR. SAN PEDRO CUSCO CUSCO CUSCO

Muchas Gracias.

30. Enviar correo de solicitud para adquirir "Descripción Monográfica de ERP" a los correos ign.comercializacion@gmail.com y comercializacion@ign.gob.pe adjuntando el boucher por deposito al IGN y PDF de solicitud de códigos con el siguiente modelo de solicitud:

SOLICITO FICHA TECNICA



CJ INGENIEROS <cj.ingenieros.int@gmail.com>
To: ign.comercializacion, COMERCIALIZACION

Buenos días , para solicitar FICHA TÉCNICA de la ERP CS01-CUSCO del dia 30 de mayo de 2025, para fines de Certificación de Puntos geodésicos de orden "C".

Datos para recibo:

CLIENTE:

RUC: 20604962391

Razon social: CJ INGENIEROS SOLUCIONES INTEGRALES S.R.L

Dirección : CALLE BAYONETA NRO 679, CUSCO CUSCO CUSCO

Celular : 953999808

SOLICITANTE:

DNI : 47216716

Nombre : JOSE LUIS CARBAJAL HUALLPA

Dirección : CALLE BAYONETA NRO 679, CUSCO CUSCO CUSCO

Celular : 953999808

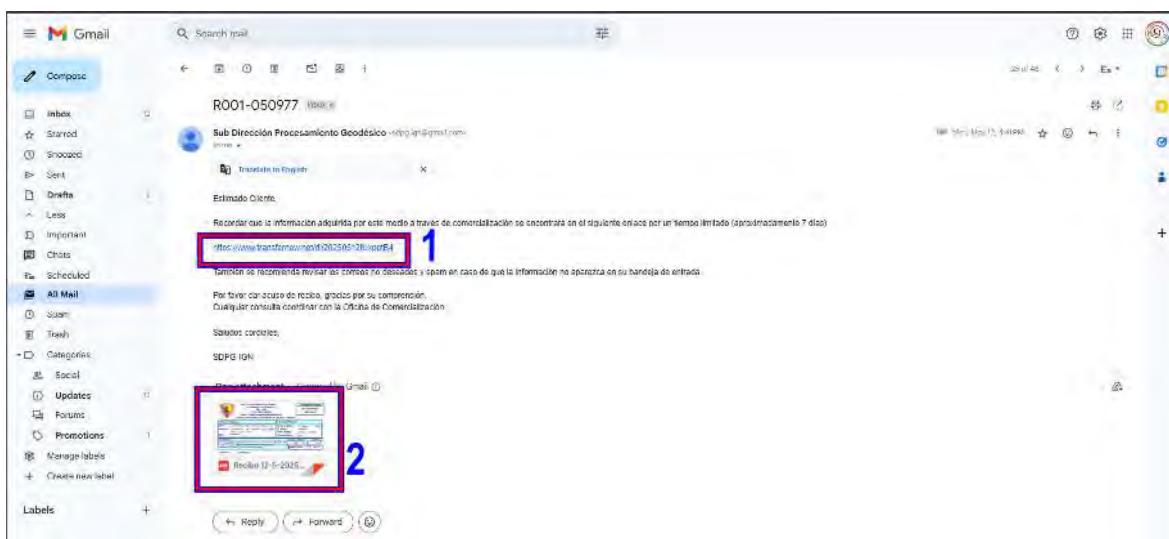
Saludos Cordiales

2 Attachments • Scanned by Gmail



Recepción de Data de ERP, Ficha técnica o Descripción Monográfica de ERP, y Comprobante de Pago por certificación de PG

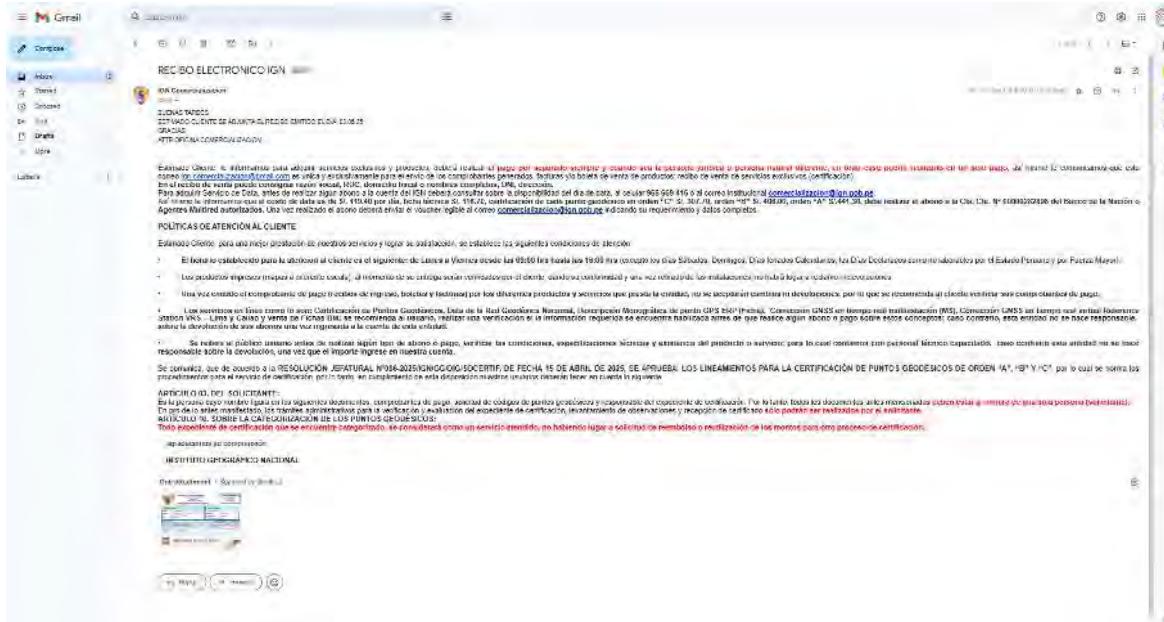
31. Recepción de data mediante correo electrónico donde se muestra 1 enlace de descarga de data, hacer doble clic y descargar, y 2 de recibo de compra de data, descargar ambas. Colocar la data descargada a la carpeta “2. Datos GNSS” y dentro de la carpeta “Datos de la estación Base”, y el recibo guardar en la carpeta “1. Formularios “ con el nombre de “9. Recibo de Data”



32. Recepción de ficha técnica y respectivo recibo, La ficha técnica descargar y guardar en la carpeta “2. Datos GNSS”, y guardarlo dentro de la carpeta de “1. Datos de estación base”

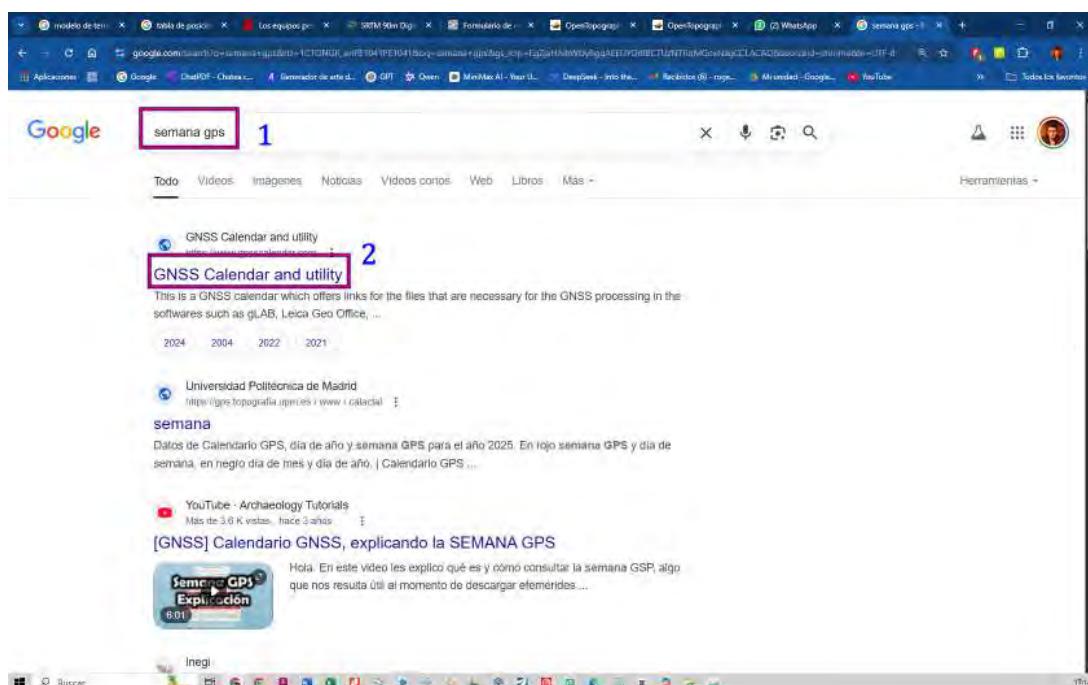


33. Recepción de comprobante por certificación, el cual descargar y guardar a la carpeta “1. Formularios” con el nombre de “8. Recibo por certificación de PG”

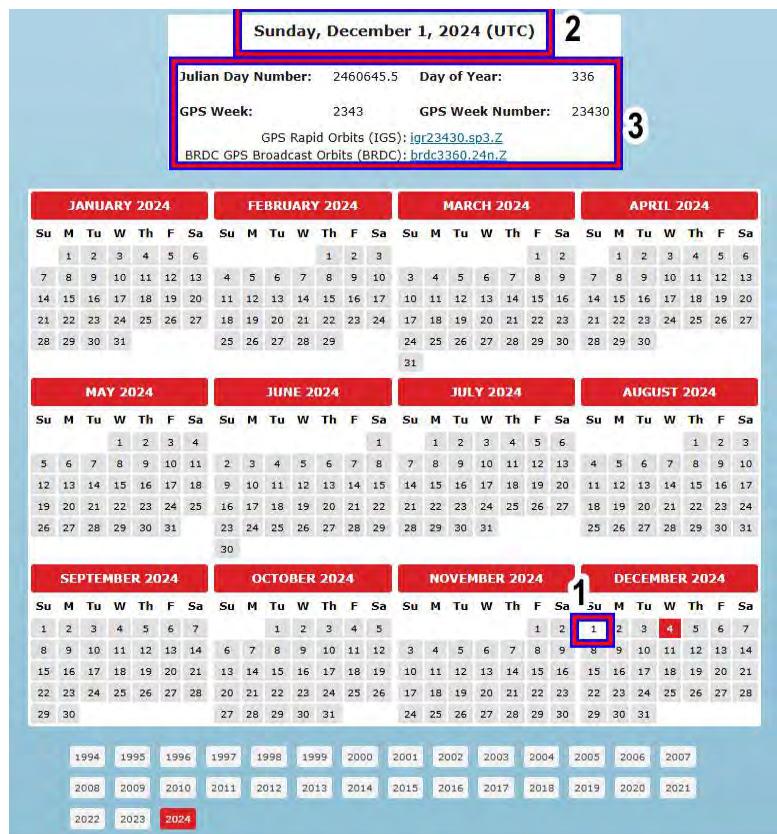


Carpeta “2. Efemérides”

34. Visualizado de día de semana GPS, buscar en Google “semana GPS” (1), doble clic en “GNSS Calendar and utility” (2)



35. Buscar en el calendario el día de toma de Data (1), registrar que corresponda al día (2), registrar “GPS Week” en nuestro caso 2343, y “Day of Year” en nuestro caso 336



36. Ingresar a página de descarga de efemérides, Buscar en <https://urs.earthdata.nasa.gov/oauth> e ingresar username y password

You must be logged in to access this page.

EARTHDATA LOGIN

Documentation

Why must I register?

The Earthdata Login provides a single mechanism for user registration and profile management for all EOSDIS system components (DAACs, Tools, Services). Your Earthdata login also helps the EOSDIS program better understand the usage of EOSDIS services to improve user experience through customization of tools and improvement of services. EOSDIS data are openly available to all and free of charge except where governed by International agreements.

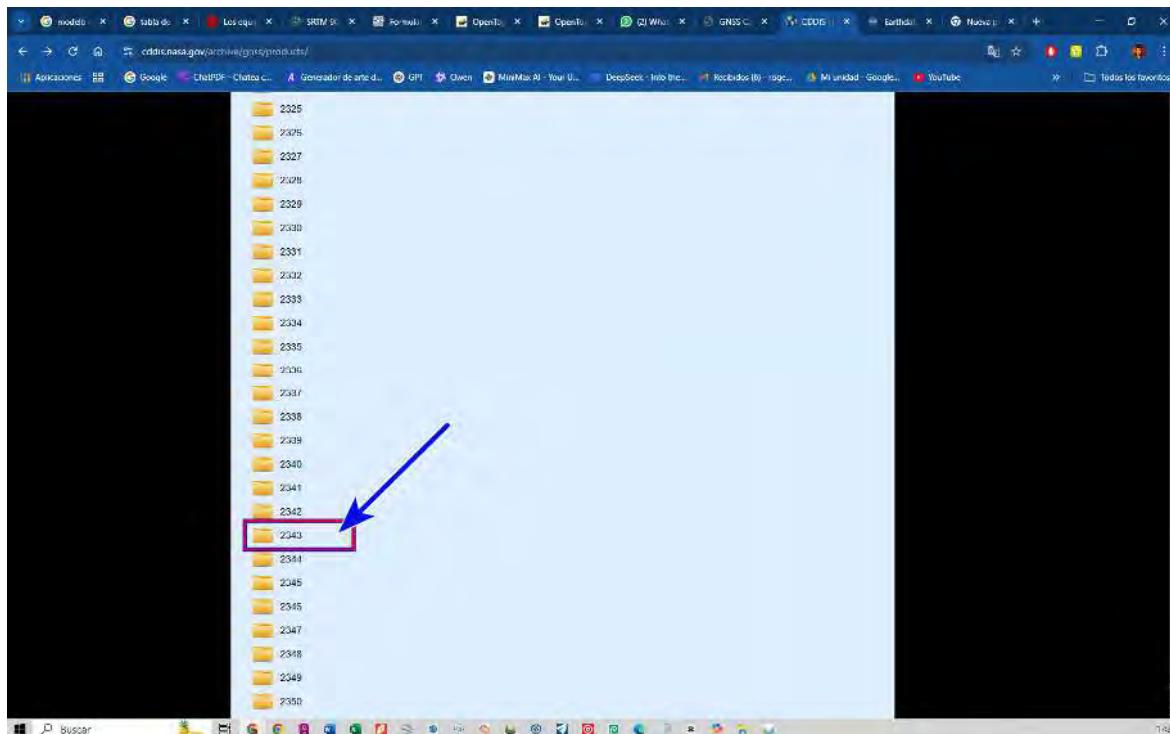
REGISTER FOR A PROFILE

By clicking the Log in button above, you are acknowledging that all Earthdata Login applications running in DAVCs will have access to my profile information.

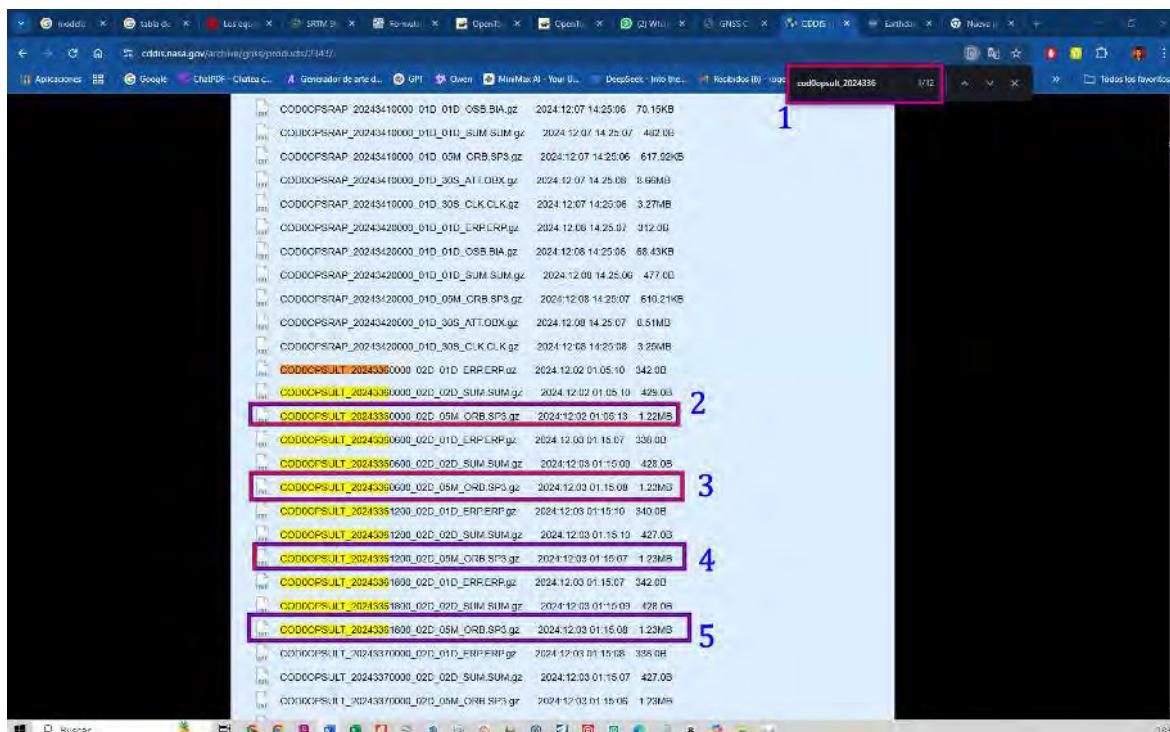
Protection and maintenance of user profile information is described in [NASA's Web Privacy Policy](#).
For questions regarding the EOSDIS Earthdata Login, please contact [Earthdata Support](#).

V 4.229.2 Home NASA Accessibility
NASA Official: Doug Newman

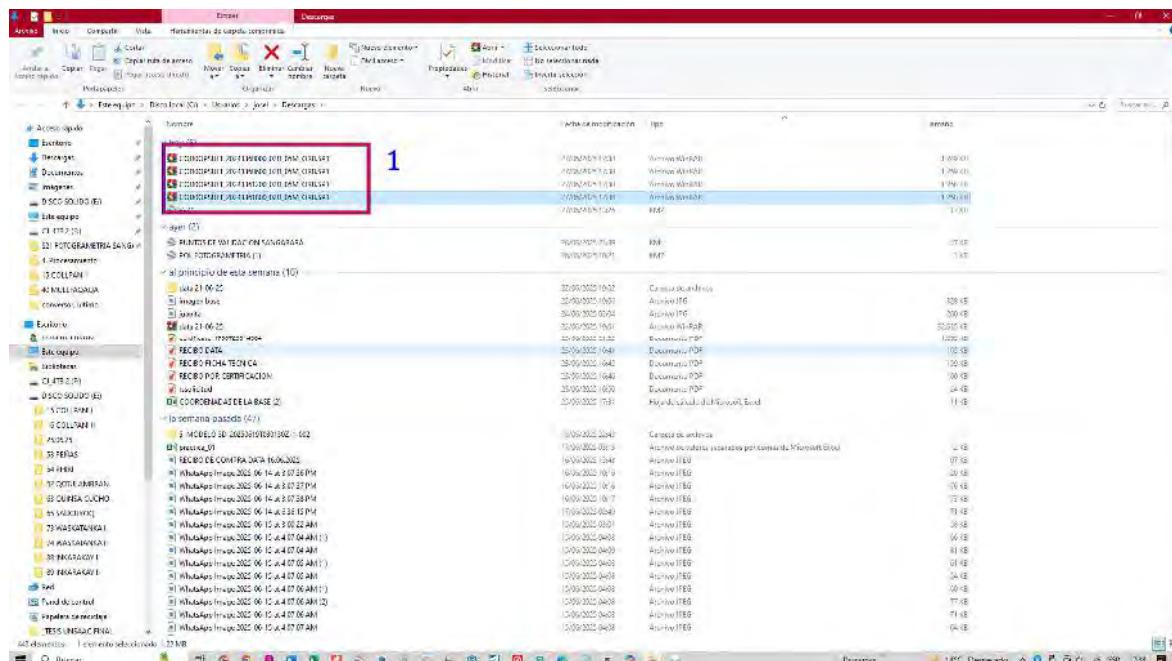
37. Ingresar a la carpeta correspondiente al “GPS Week” en nuestro caso 2343,



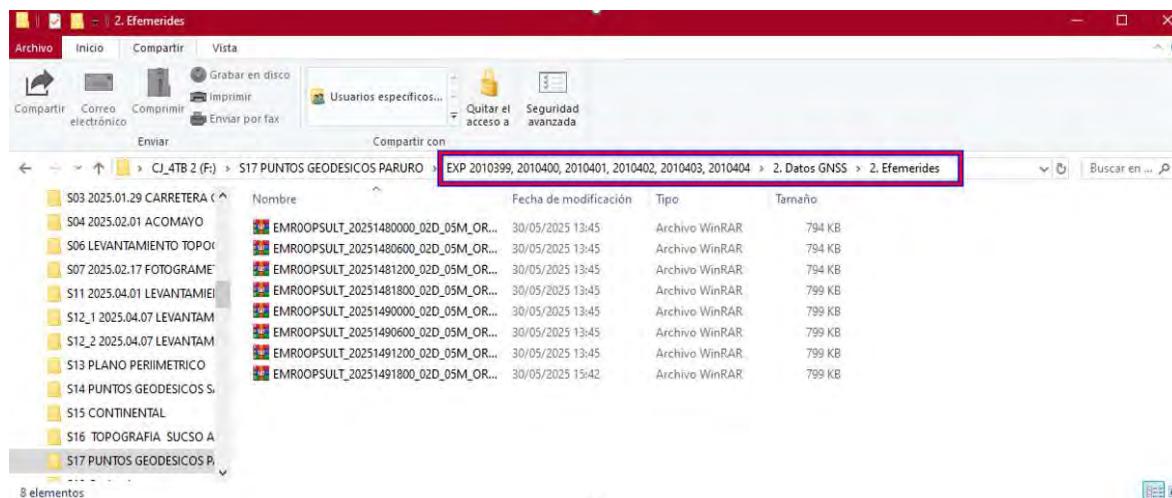
38. Presionar “control+F” para buscar “cod0opsult_”, seguido de 2024 que corresponde al año seguido de “day of year” en nuestro caso 336 quedando para buscar “cod0opsult_2024336”, luego clic para descargar en las 4 terminaciones “SP3.gz” en cuestro caso clic en 2,3,4,5



39. Ir a la carpeta de descargas y cortar los archivos de efemerides descargadas y moverlos a la carpeta “2. efemerides” de nuestra carpeta de certificacion

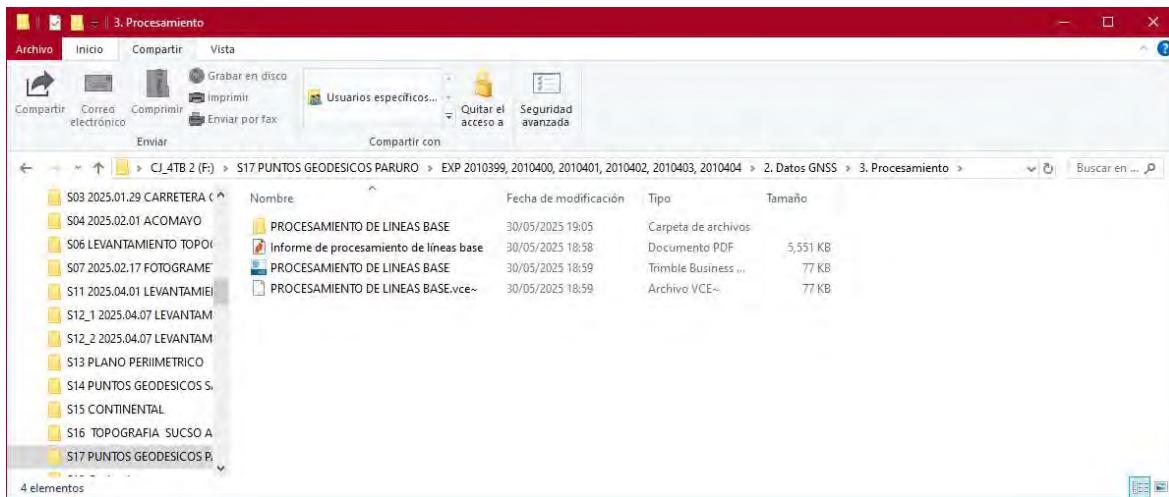


40. Vista de carpeta de efemérides



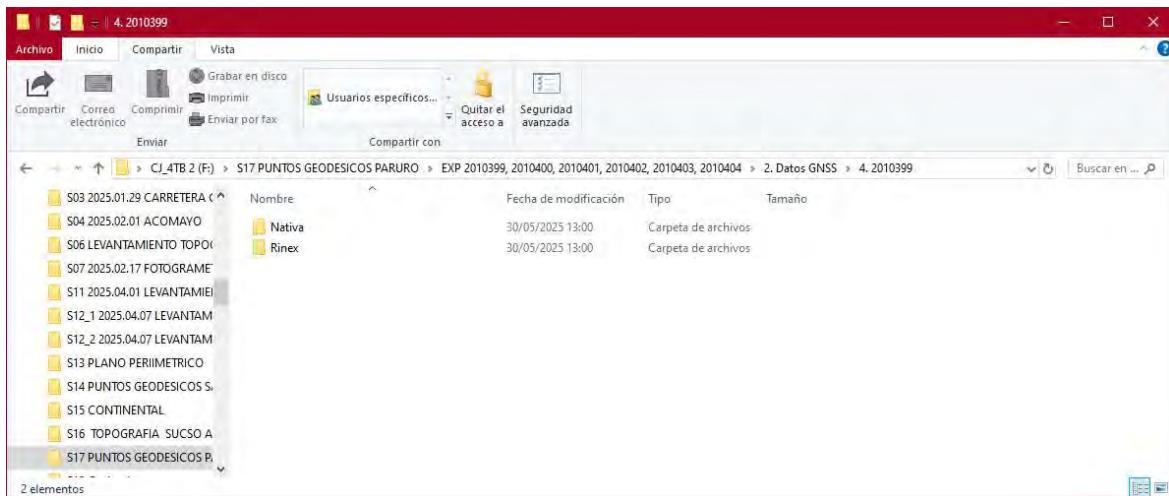
Carpeta “3. Procesamiento”

41. Se coloca los archivos de procesamiento, además del reportes de procesamiento, en el capítulo “V. Procesamiento de línea base con Trimble Business Center v2024.10” (se realiza los respectivos procesamientos



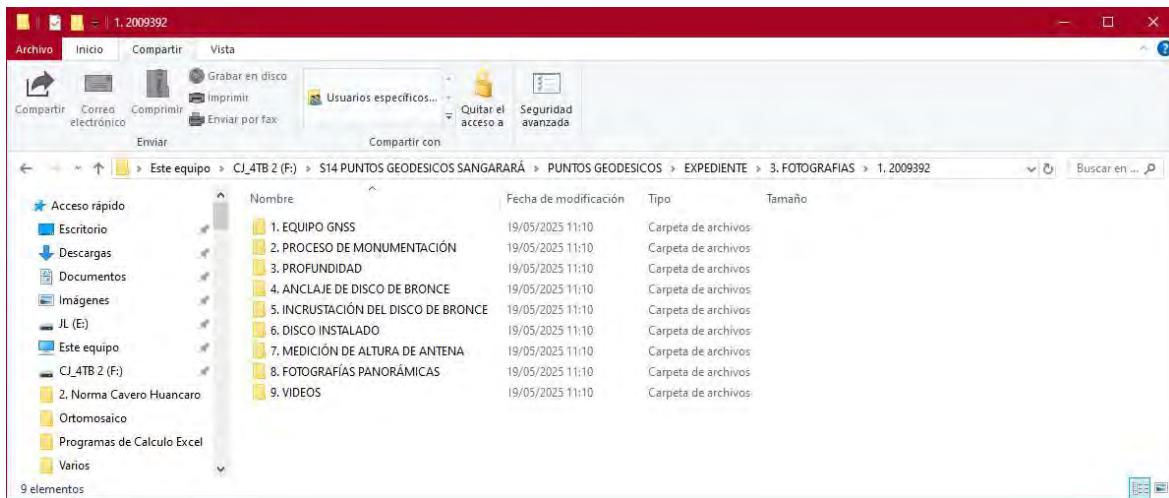
Carpeta “4.CODIGO”

42. Correspondiente a Data de PG a certificar



CARPETA “3. IMÁGENES”

43. Se ordena de acuerdo al siguiente orden en calidad original, no se admiten archivos descargados de WhatsApp, descargas mediante internet etc.



44. Imágenes de Equipo GNSS utilizado



45. Proceso de monumentación



46. Profundidad de la excavación



47. Anclaje de disco de bronce



48. Incrustación de disco



49. Disco instalado



50. Medición de altura



51. Fotos panorámicas

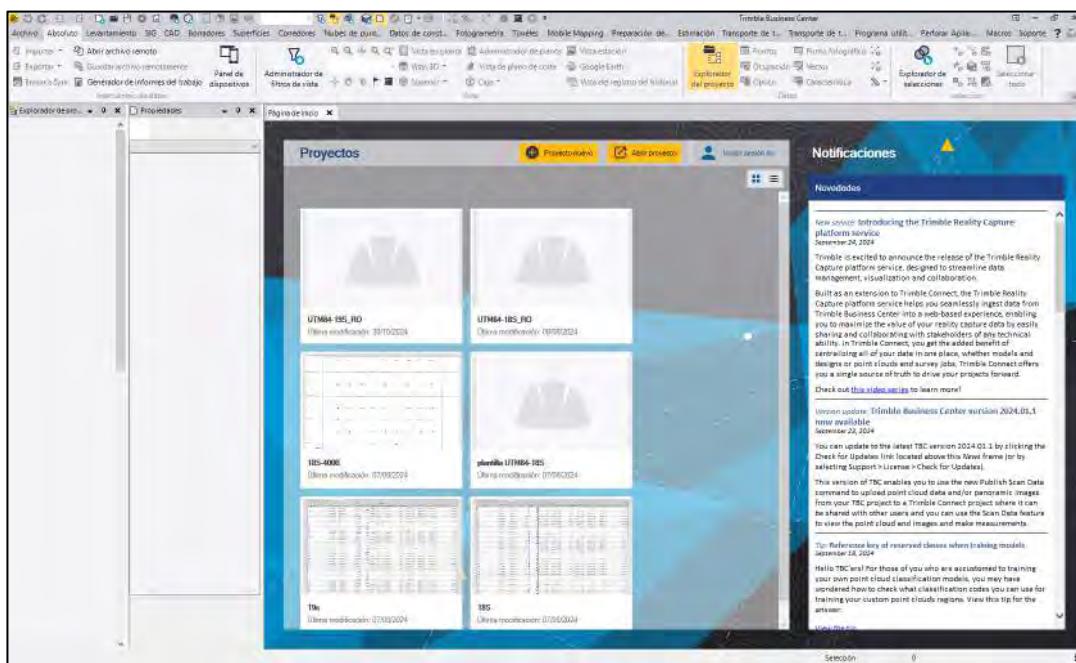


52. Registro en video Registro de video de procesos anteriores

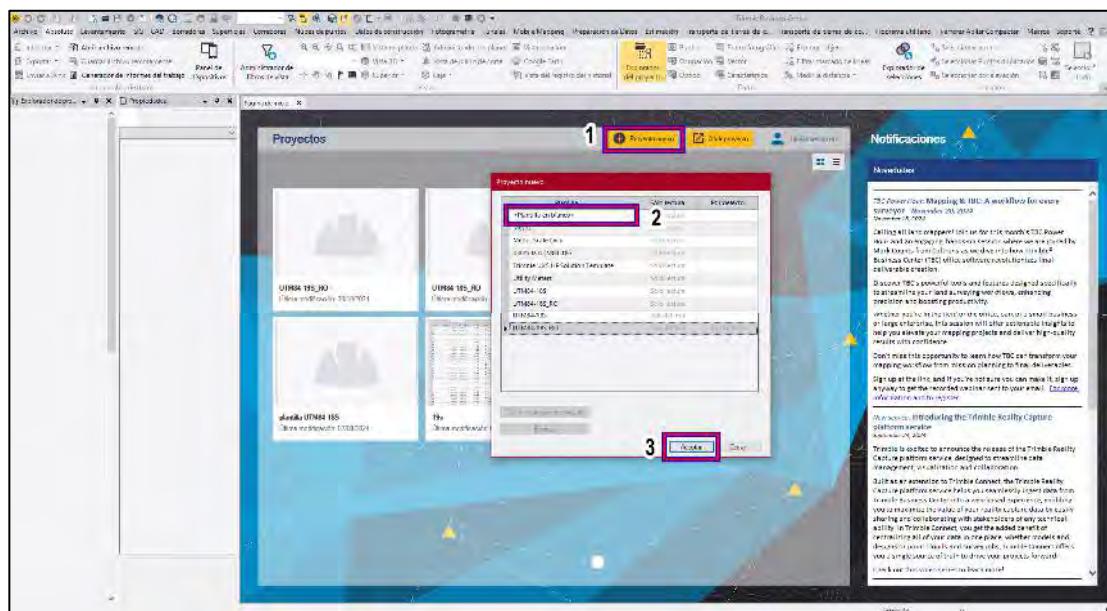
Procesamiento de línea base con Trimble Business Center v2024.10

CONFIGURACIÓN DE PLANTILLA TRIMBLE BUSSINES CENTER

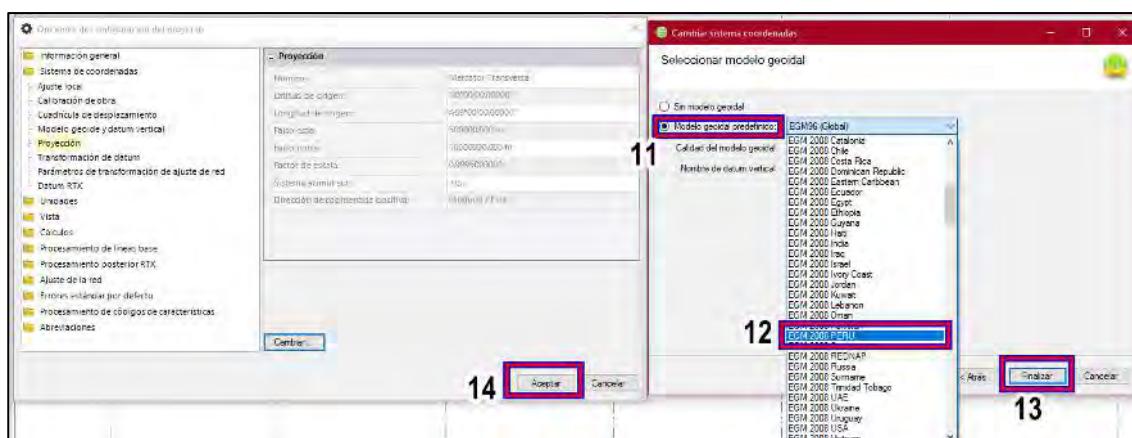
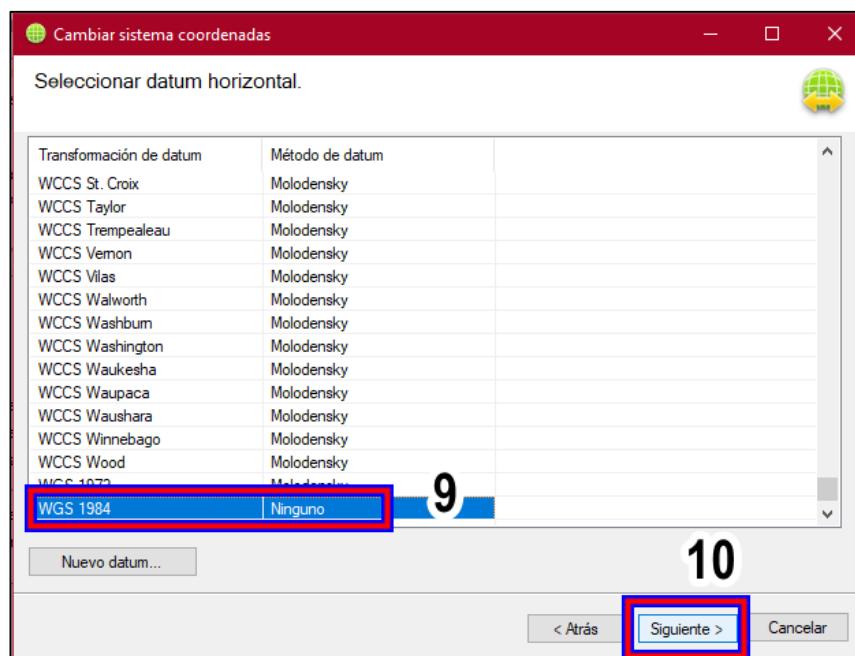
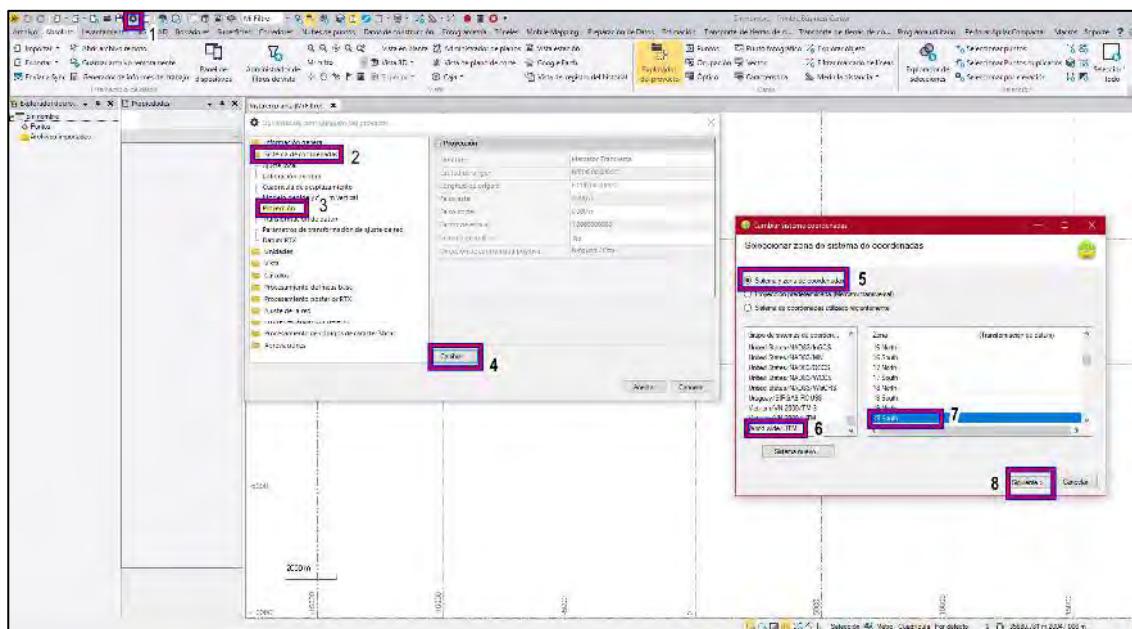
1. Abrir el software Trimble Business Center (TBC) con doble clic sobre el icono de acceso directo y muestra lo siguiente:



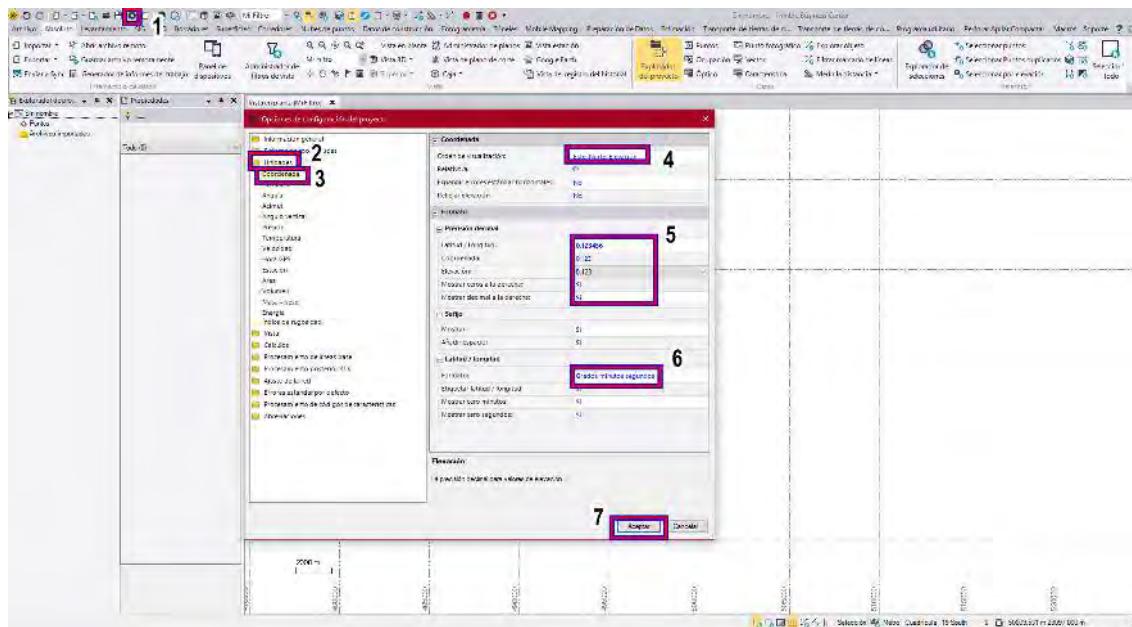
2. Crear nuevo proyecto, hacer clic en “Proyecto nuevo” (1), Luego sale plantillas elegimos una plantilla en blanco (2) y clic en “Aceptar” (3)



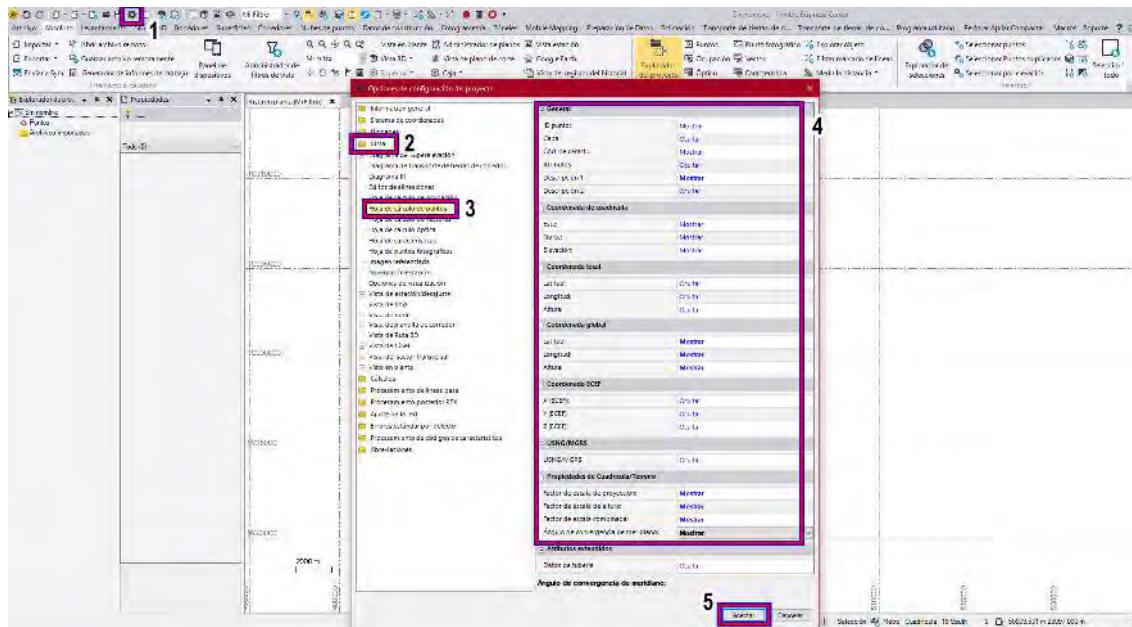
3. Asignar Sistema de coordenadas UTM WGS84-19S



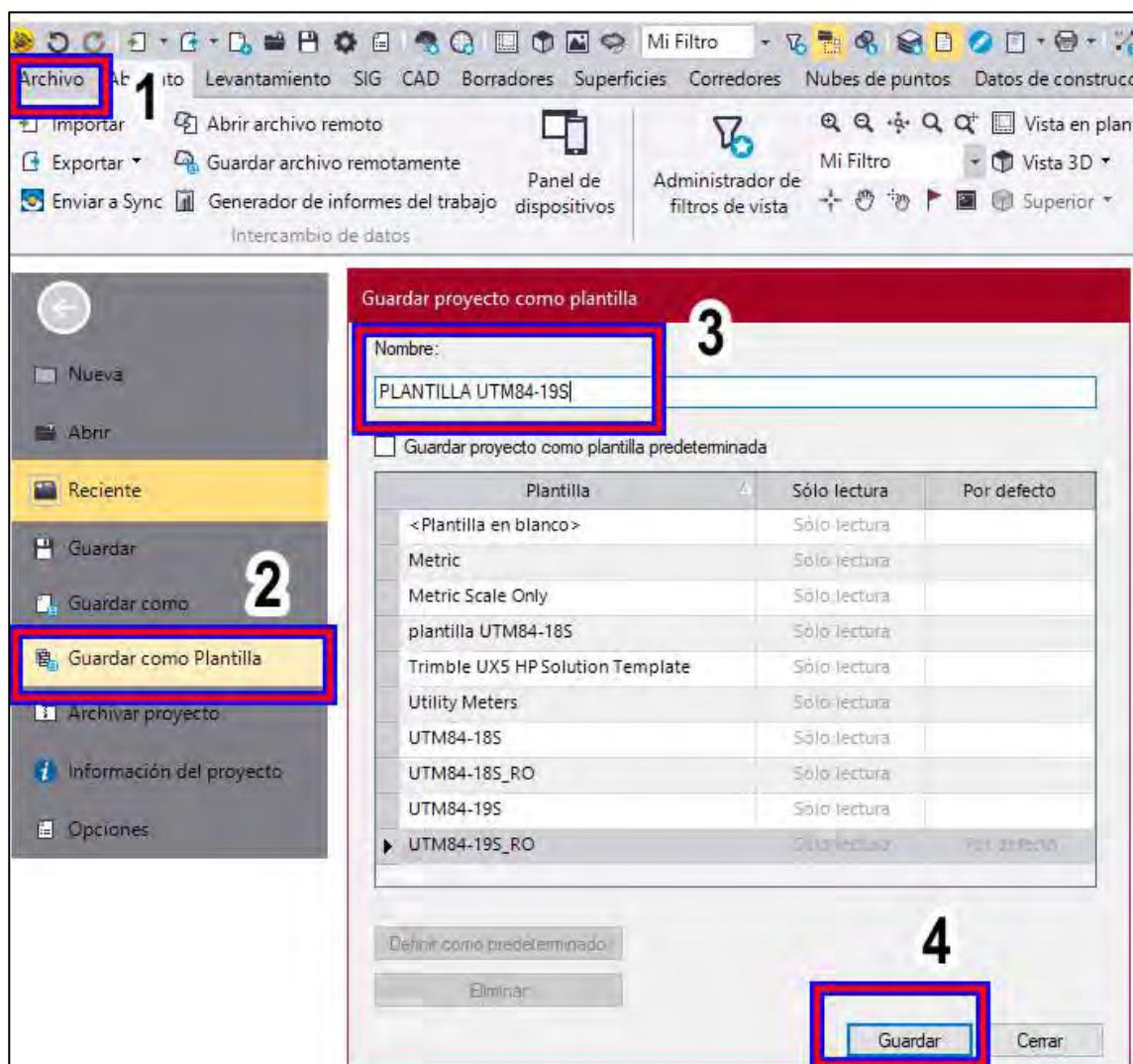
4. Ajustar unidades. Entrar a configuraciones (1), unidades (2), coordenadas (3), orden de visualización “Este, Norte, Elevación” (4), precisión de decimales (5), formato de Latitud y longitud (6), resto por defecto y clic en “Aceptar”



5. Configurar tabla de presentación de puntos, clic en ícono “Configuración” (1), ir a “Vista” (2), Hoja de cálculo de puntos (3), configurar parámetros de acuerdo a la imagen (4), y hacer clic en “Aceptar” (5)



6. Guardar lo configurado como plantilla, clic en “Archivo” (1), “Guardar como plantilla” (2), Asignar el nombre “PLANTILLA UTM-19S” (3) y finalmente clic en “Guardar”(4)

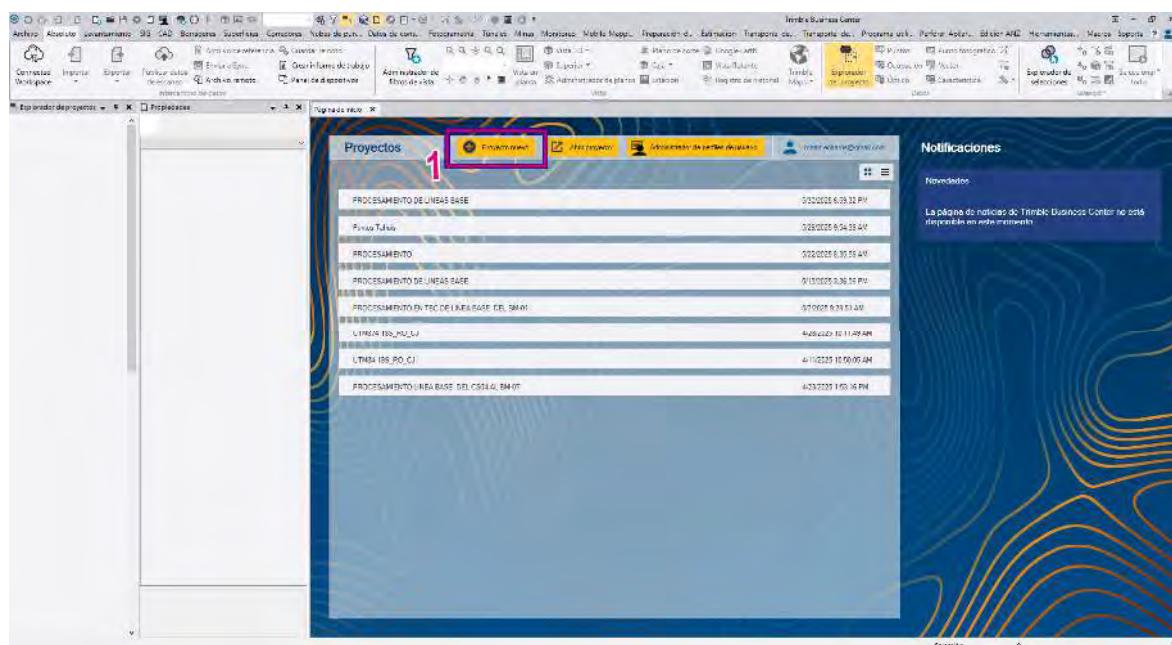


PROCESAMIENTO DE LINEA BASE EN TRIMBLE BUSINESS CENTER

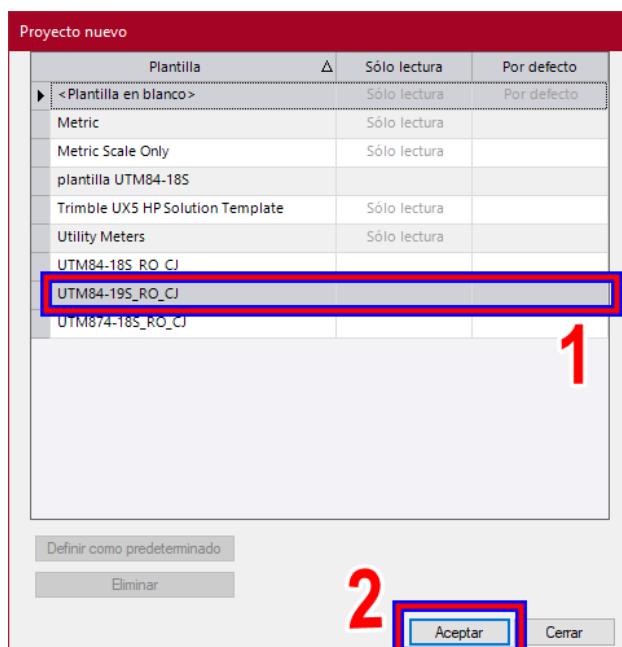
1. Tener instalado el software TRIMBLE BUSINESS CENTER y hacer doble clic en acceso directo



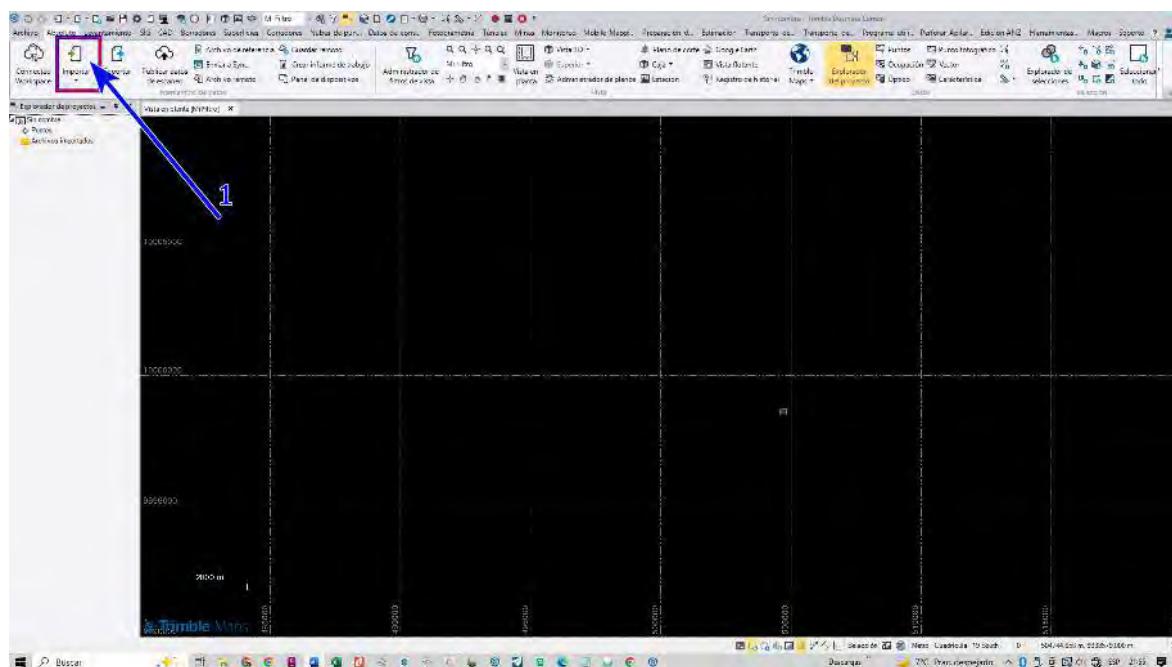
2. Al abrir el programa aparece, hacer doble clic en “Proyecto nuevo” (1)



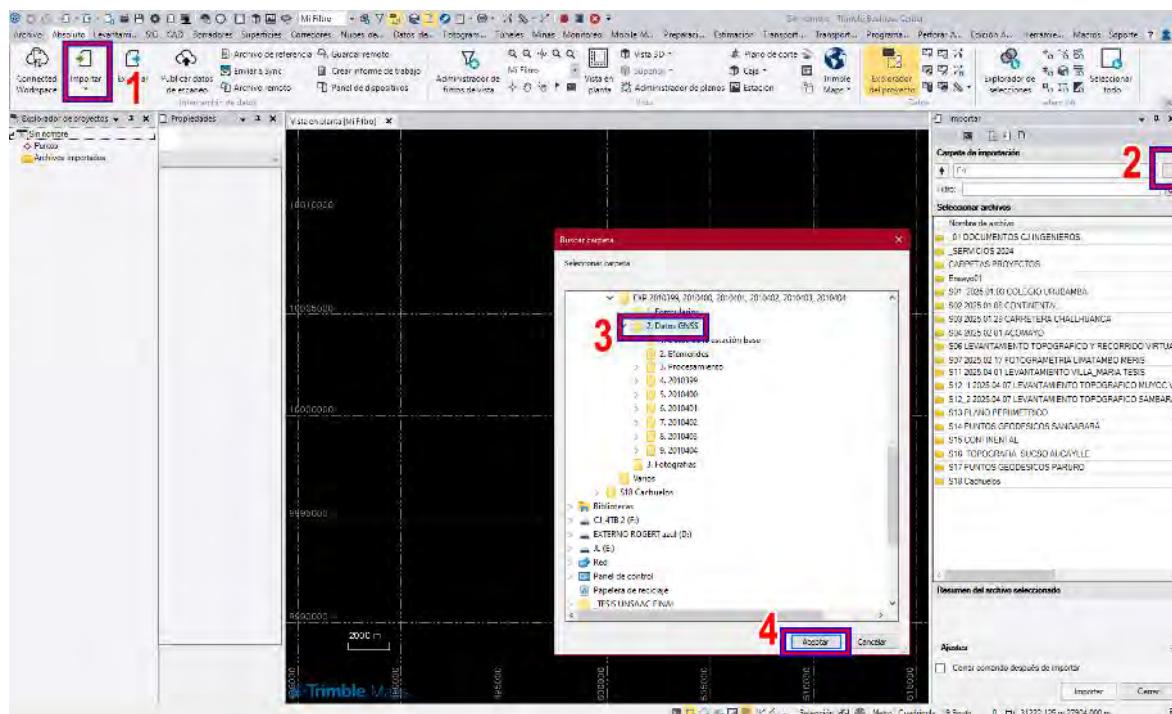
3. al crear proyecto elegir la plantilla previamente configurada (1) y hacer clic en aceptar (2)



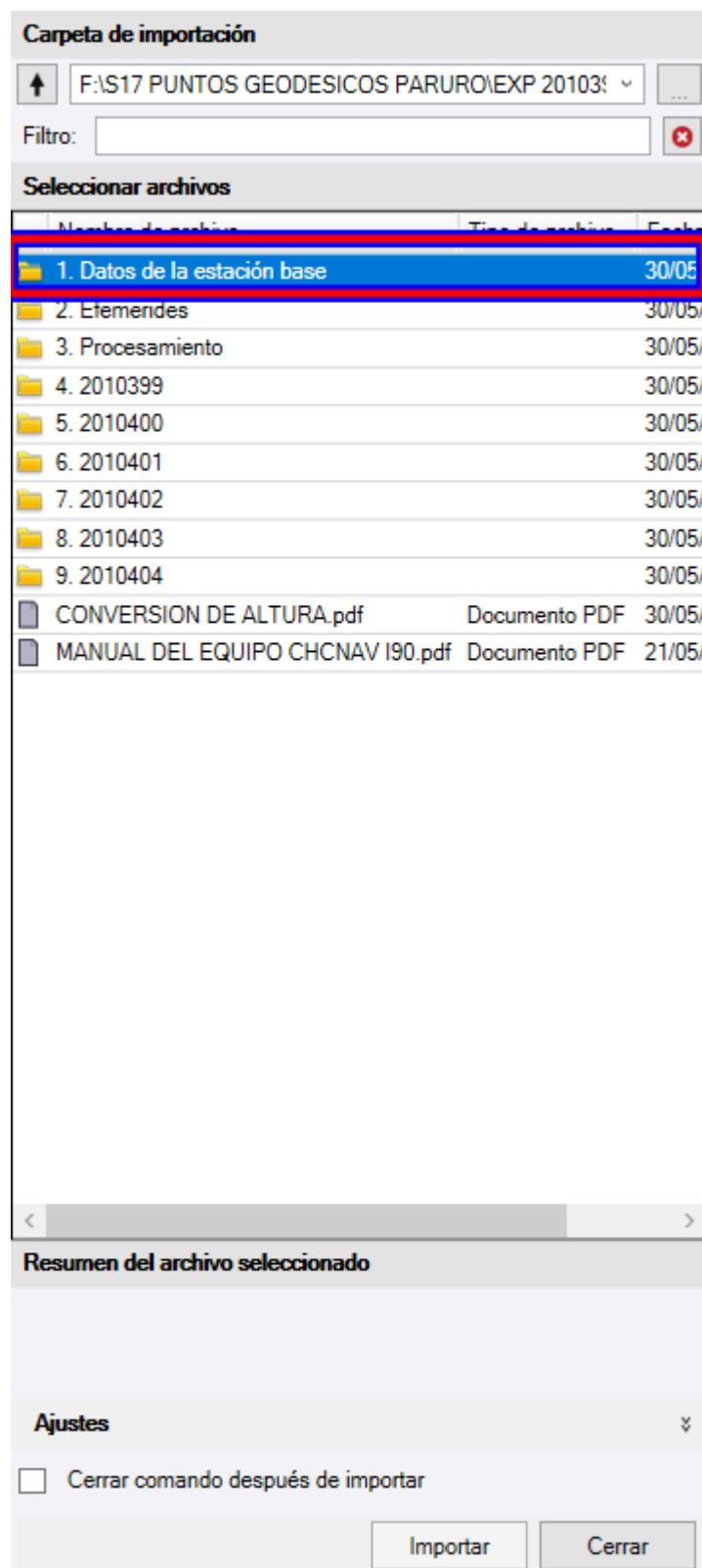
4. Sale la siguiente Presentación y hacer clic en “importar” (1)



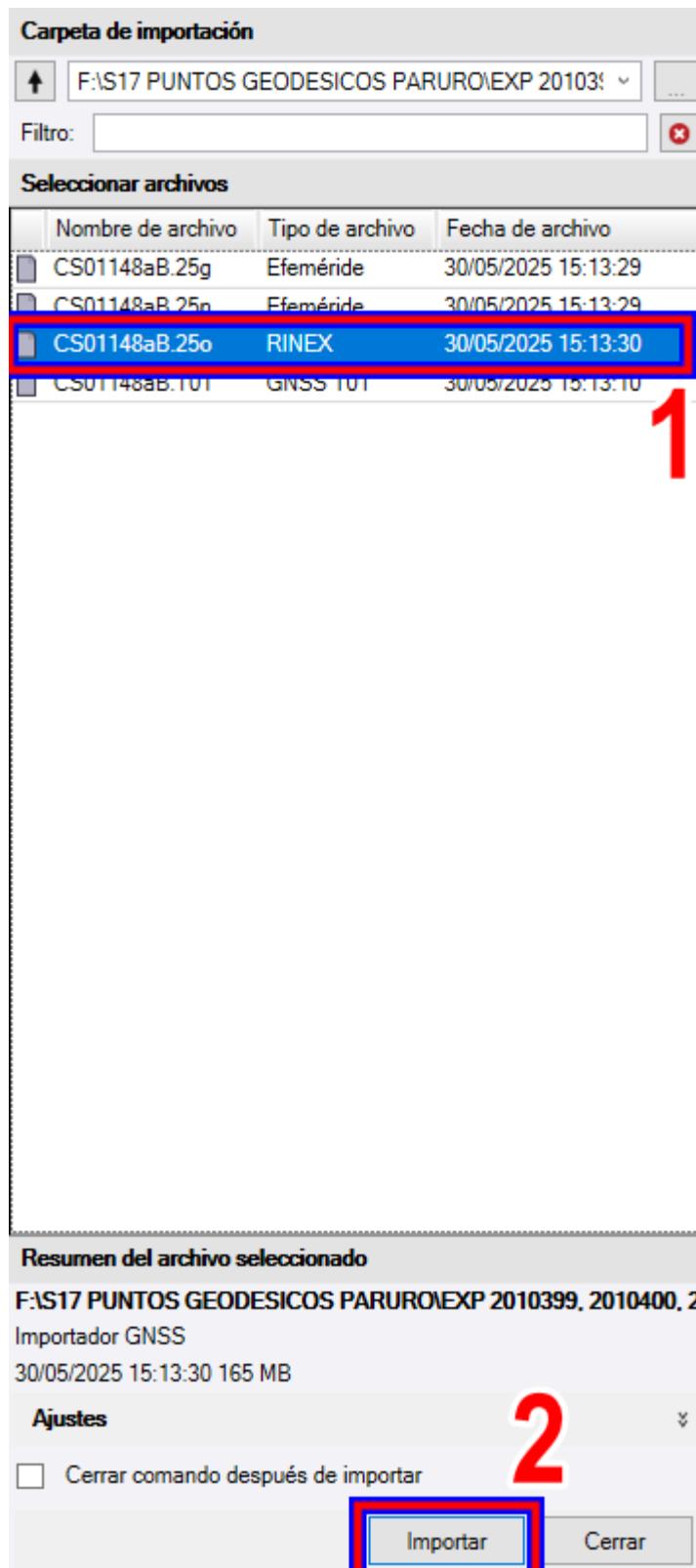
5. Hacer clic en importar (1) la carpeta de datos GNSS anteriormente ordenada, Clic en tres puntos (2), buscamos la ubicación de la carpeta “2. Datos GNSS” (3) y finalmente aceptar (4)



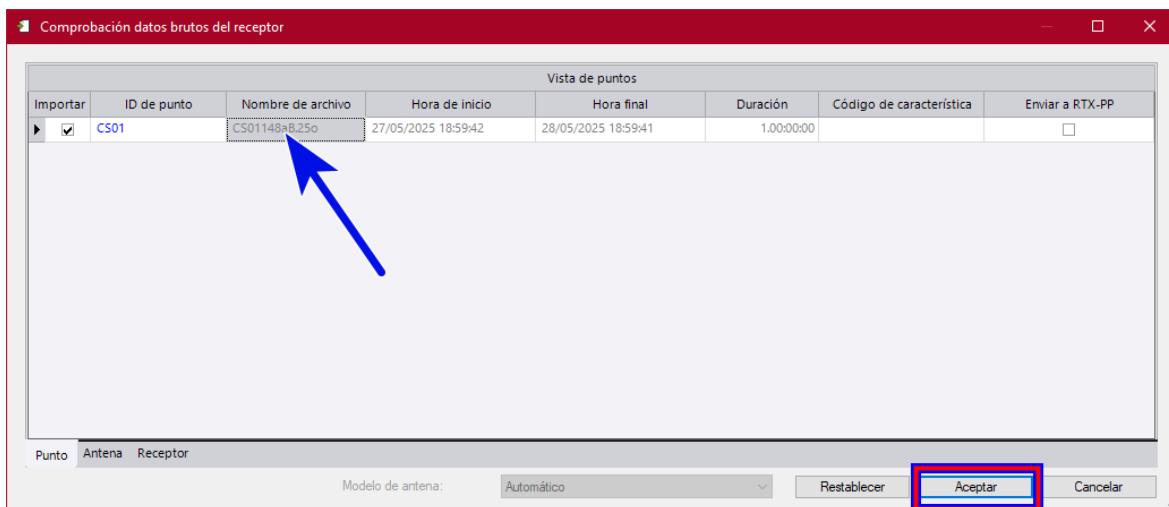
6. Elegida la ubicación sale lo siguiente, ingresar a la carpeta “1. Datos de estación base” hasta ubicar el archivo “rinex”



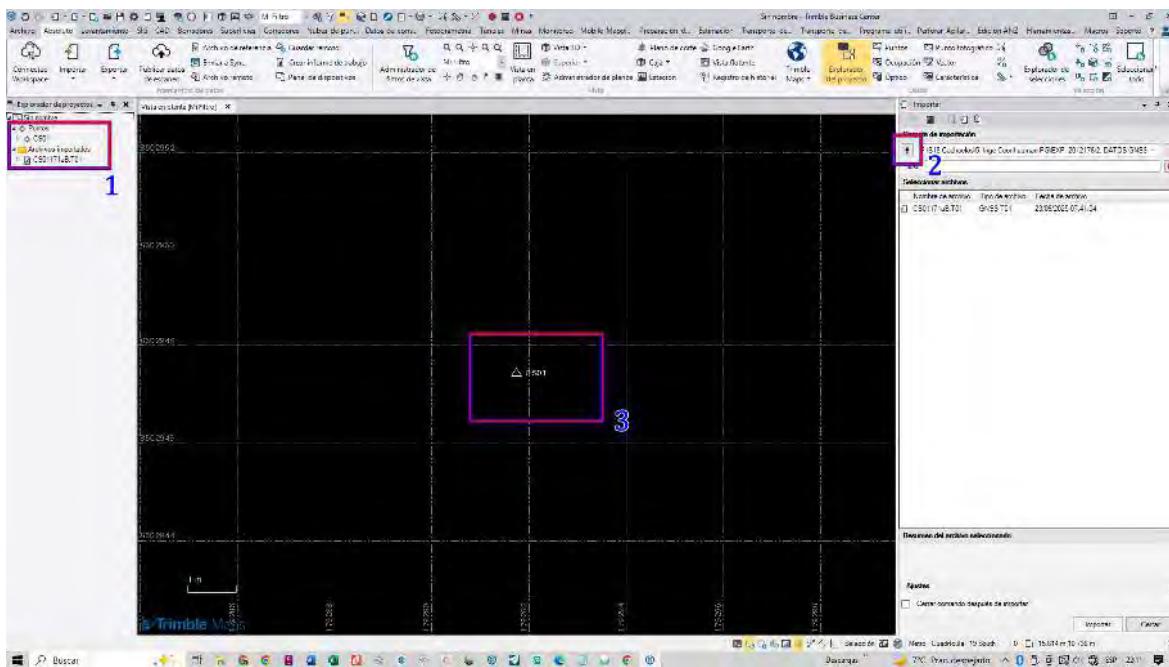
7. Entrar en la carpeta datos de estación base data hallar el archivo Rinetx (1), lo que muestra lo siguiente y hacer clic en “Importar” (2)



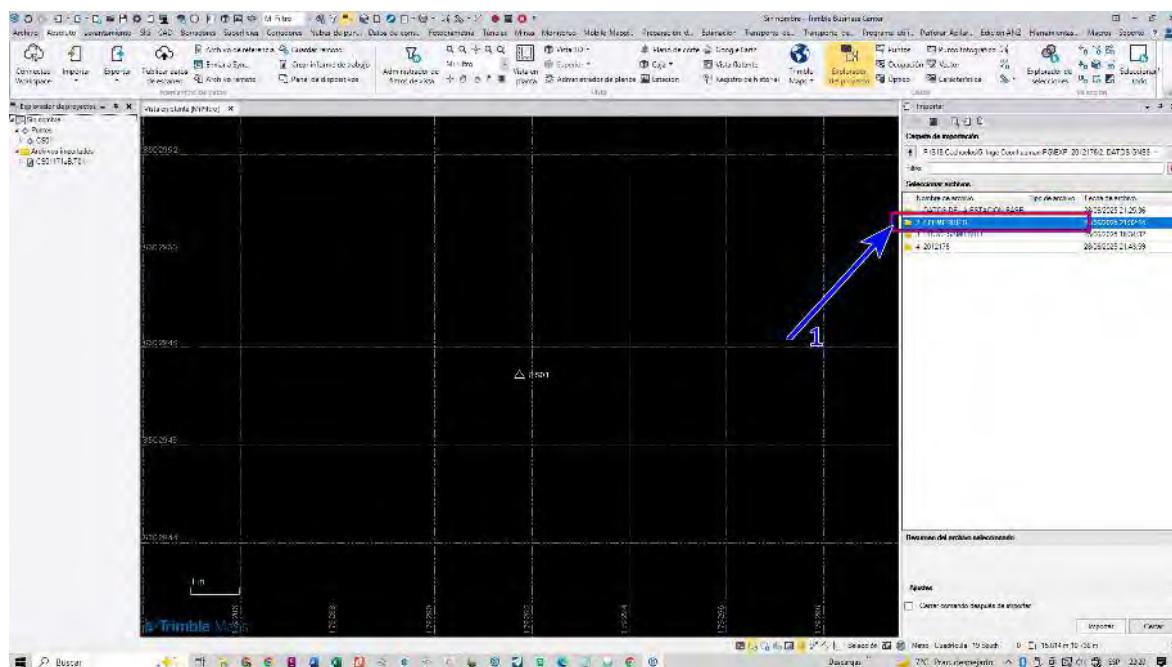
8. Seleccionar la fila a importar y hacer clic en aceptar



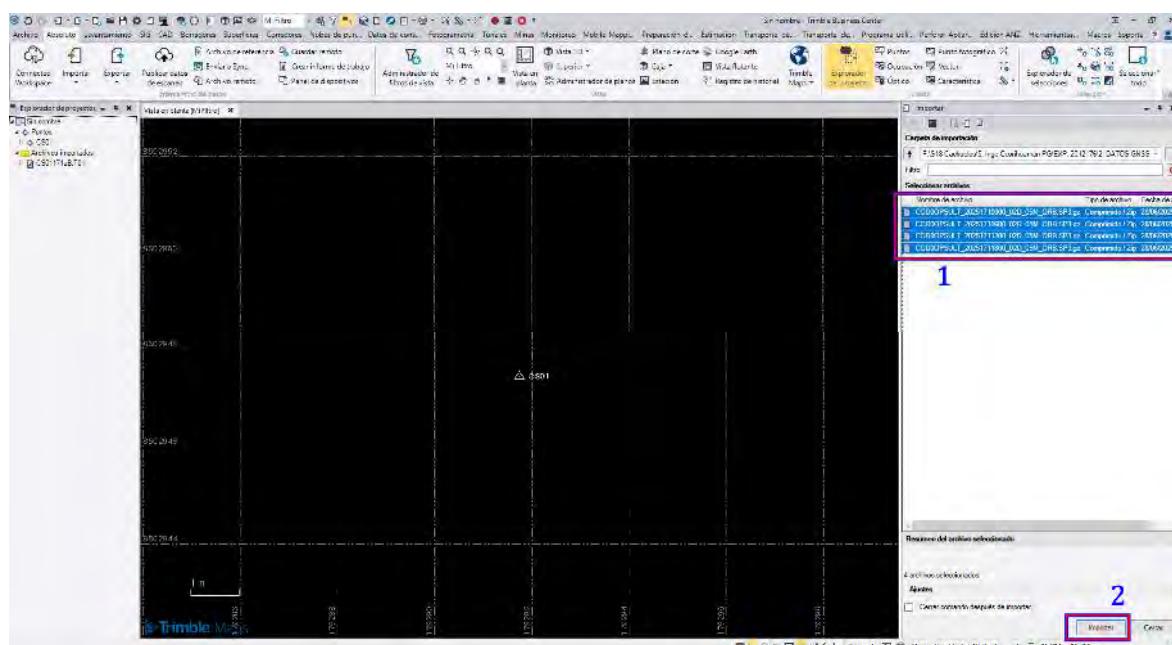
9. Aparece lo siguiente, en explorador de proyectos se muestra la data de la base importada (1), volver para seleccionar las efemérides con clic en icono (2) ubicar carpeta que contenga efemérides, se muestra el símbolo de data importada (3)



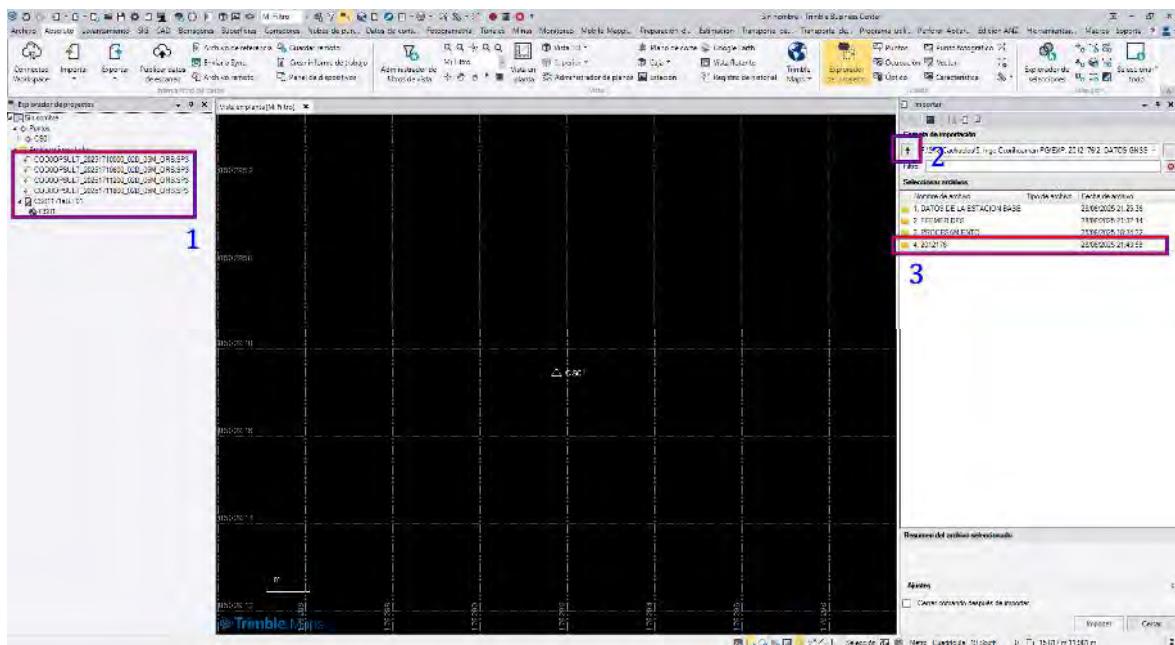
10. De manera similar seleccionar efemérides, hacer doble clic e ingresamos.



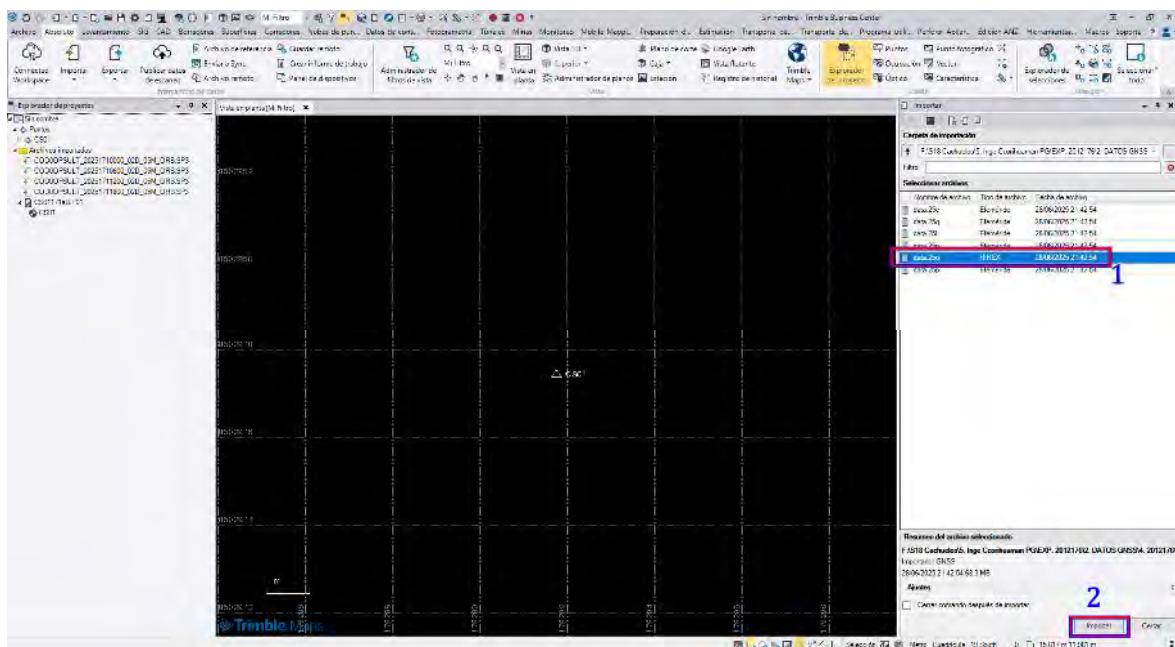
11. Seleccionar la efemérides descargadas presionando Ship (1) y clic en importar (2)



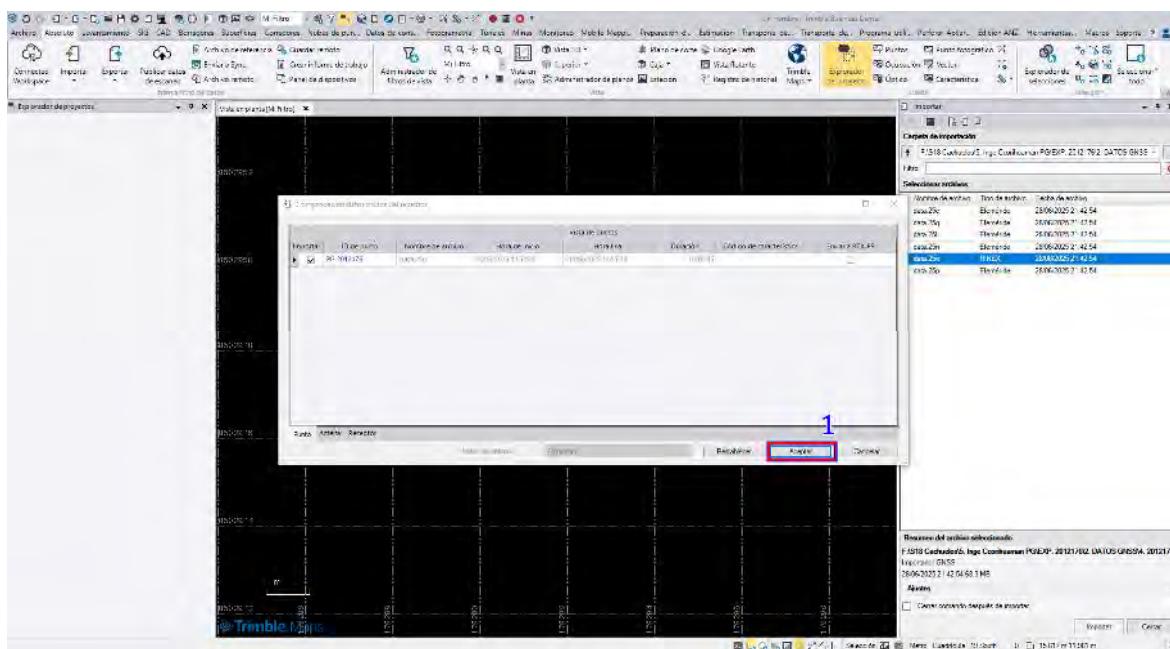
12. Aparece lo siguiente: se muestra las efemérides descargadas (1), y retornar con icono (2) hasta hallar la data correspondiente al rover estático (3)



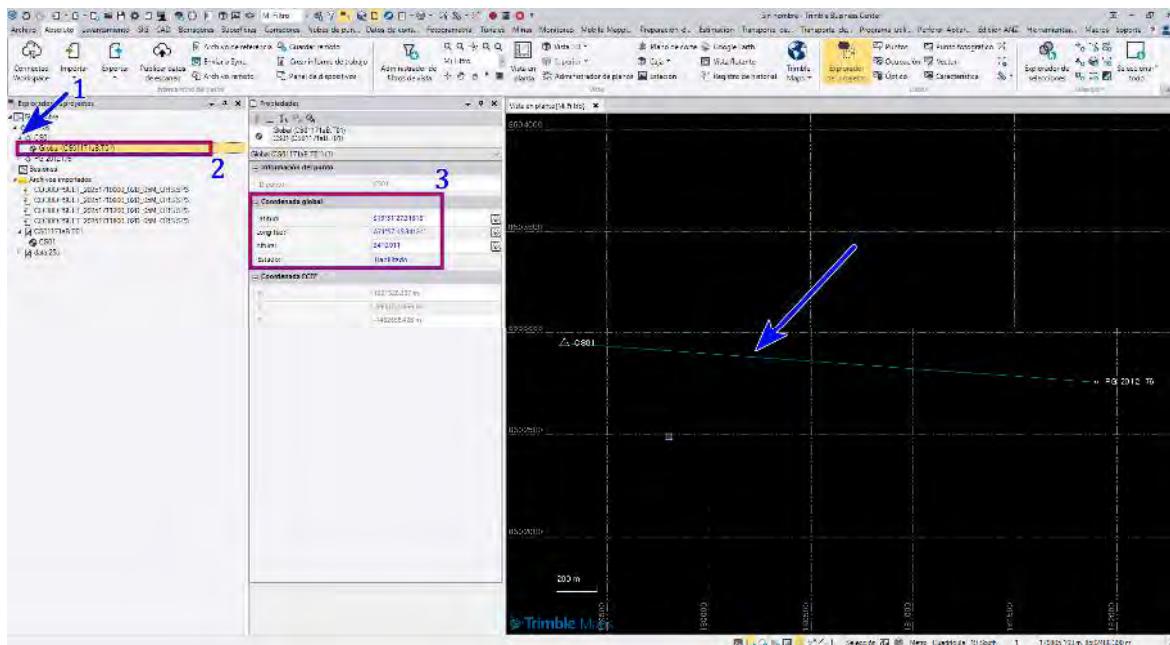
13. seleccionar la carpeta para importar la data colectada en archivo RINEX(1) y clic en aceptar (2)



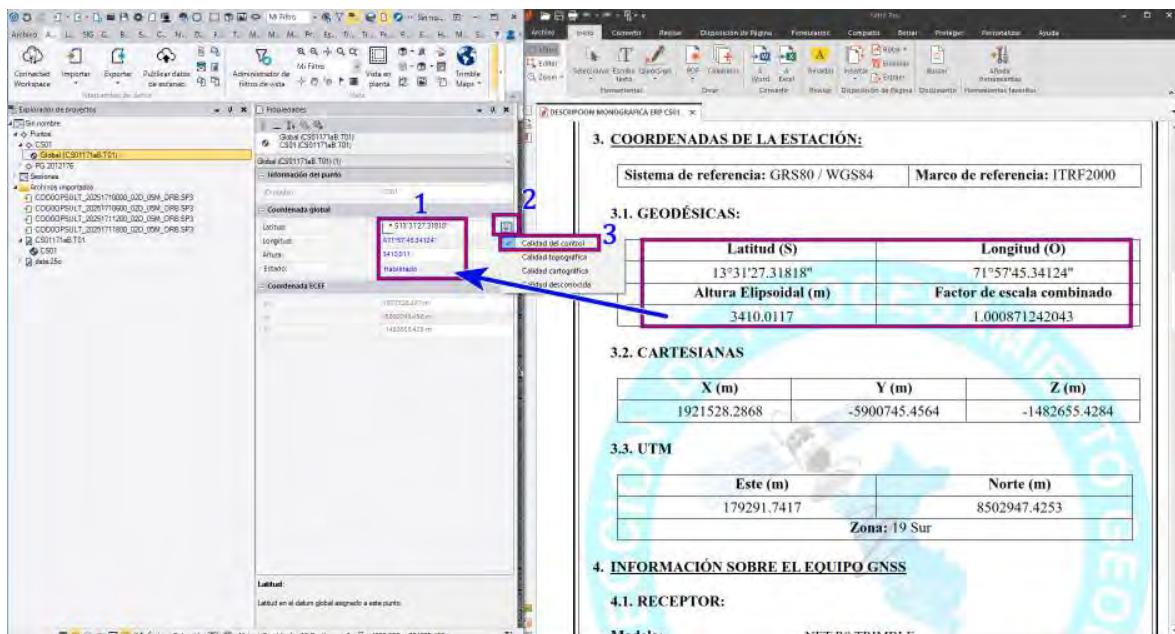
14. Aparece, hacer clic en “aceptar” (1)



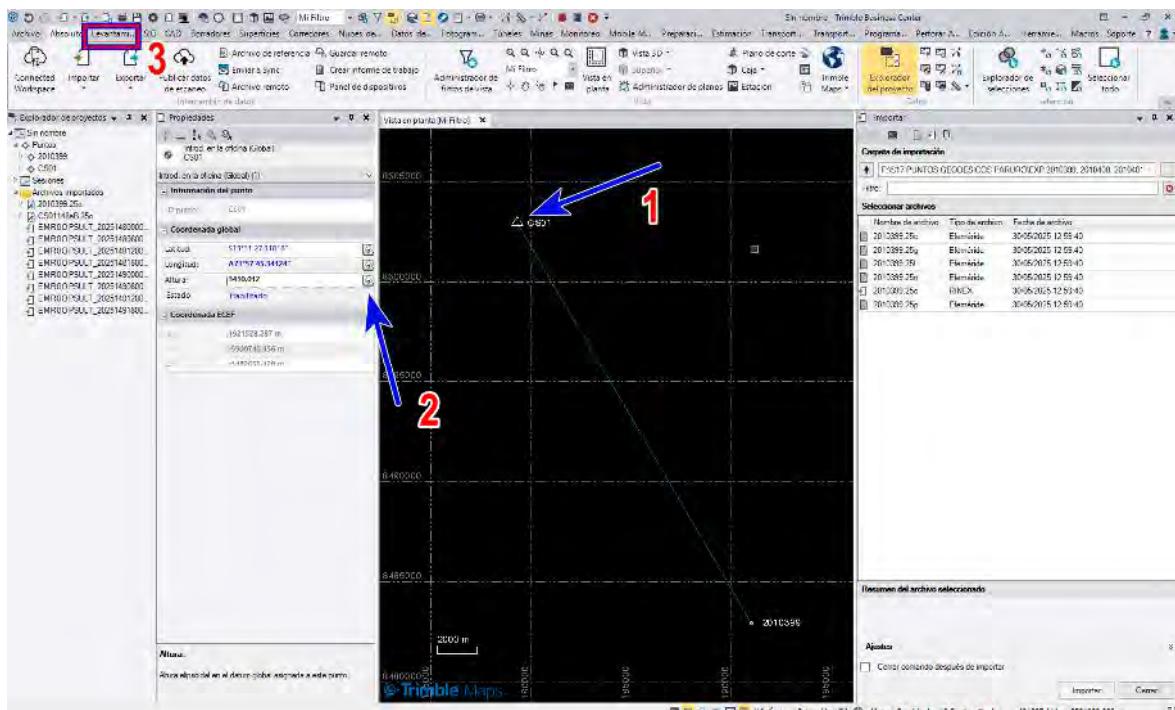
15. Vemos que muestra la línea base , seleccionar el punto correspondiente a la base hacemos clic (1), hacer doble clic en “archivo global” (2), modificar las coordenadas de este de acuerdo a la ficha técnica adquirida (3)



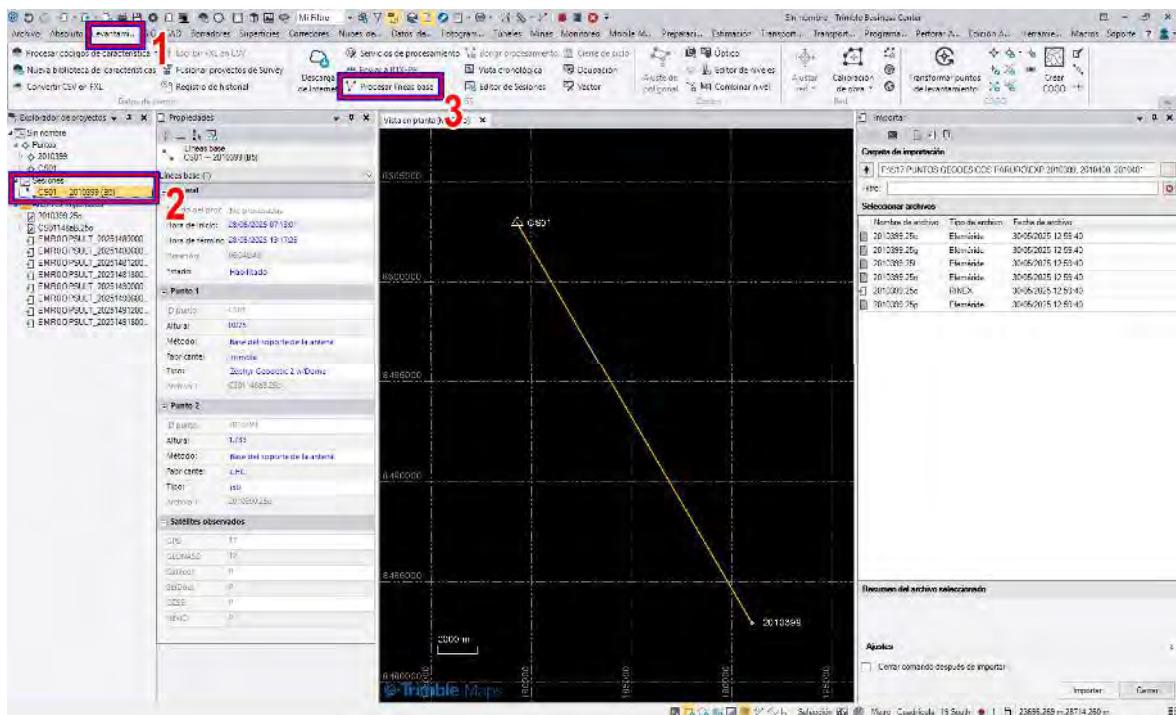
16. Digitar las coordenadas de la ficha técnica adquirida(1), hacer clic en icono (2) y colocar la calidad de control” (3)



17. Se muestra un triángulo en la base que indica punto de control de coordenada fija (1), igualmente en las coordenadas globales en la información del punto (2), y hacer clic en “levantamiento” (3)



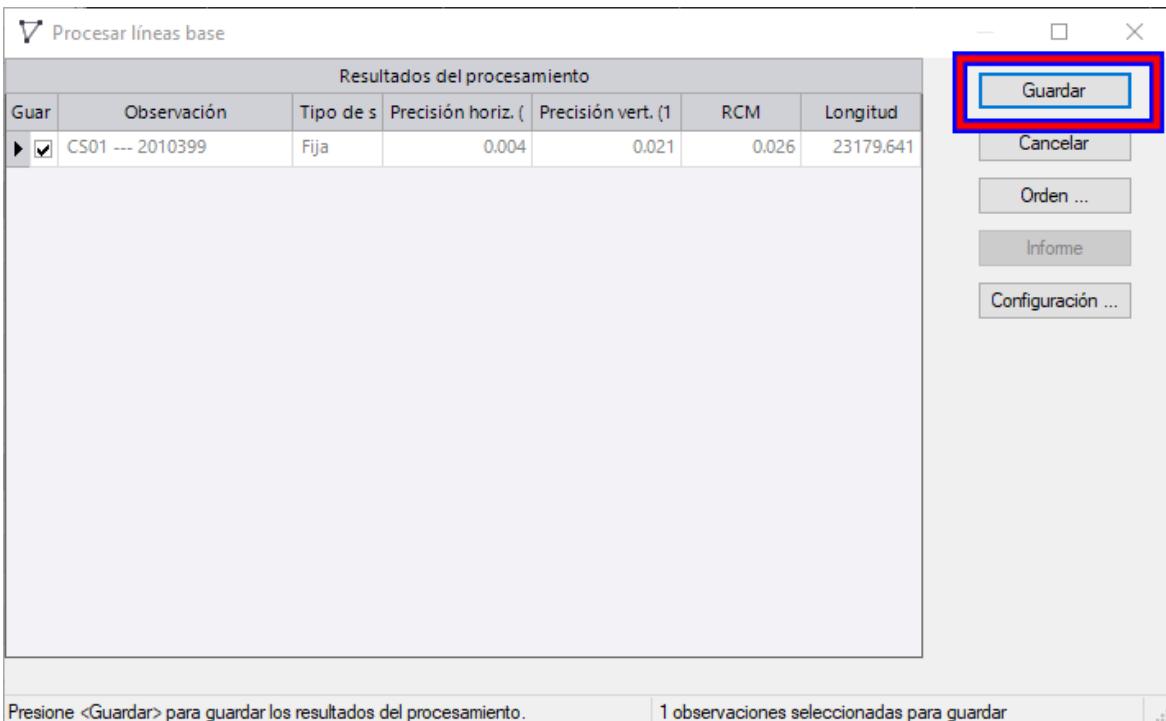
18. Seleccionando la pestaña levantamiento (1), seleccionar la línea base a procesar (2), elegir “procesar línea base” (3)



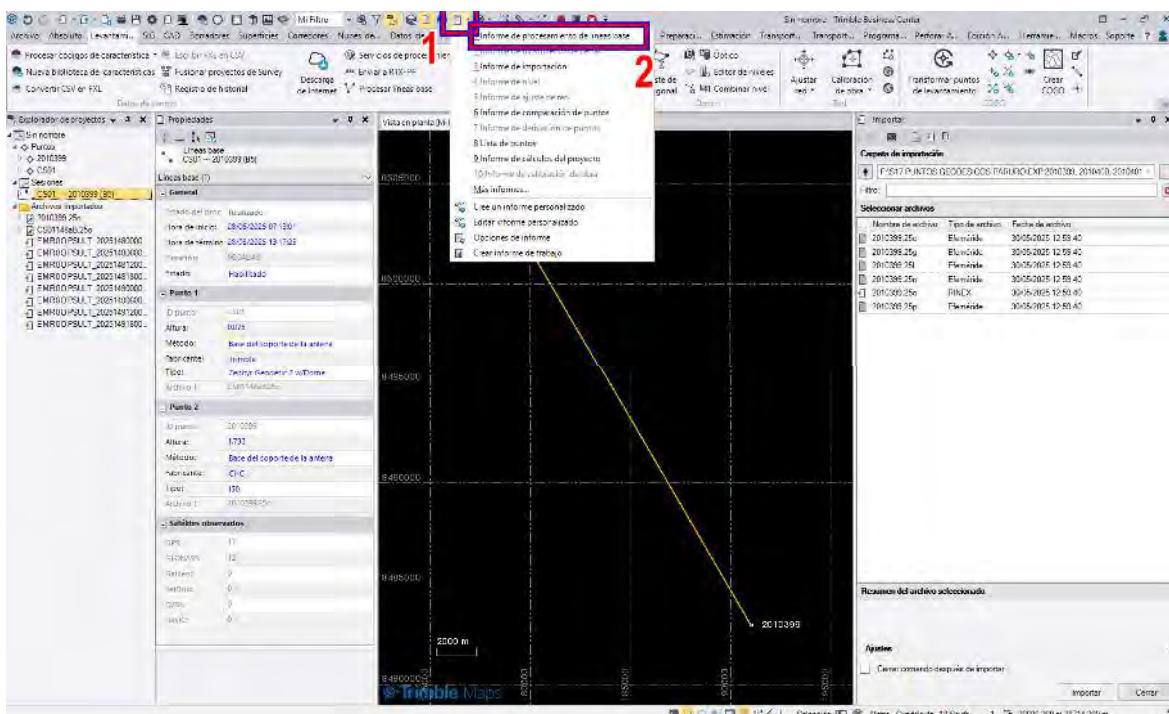
19. Se muestra así mientras procesa la línea base



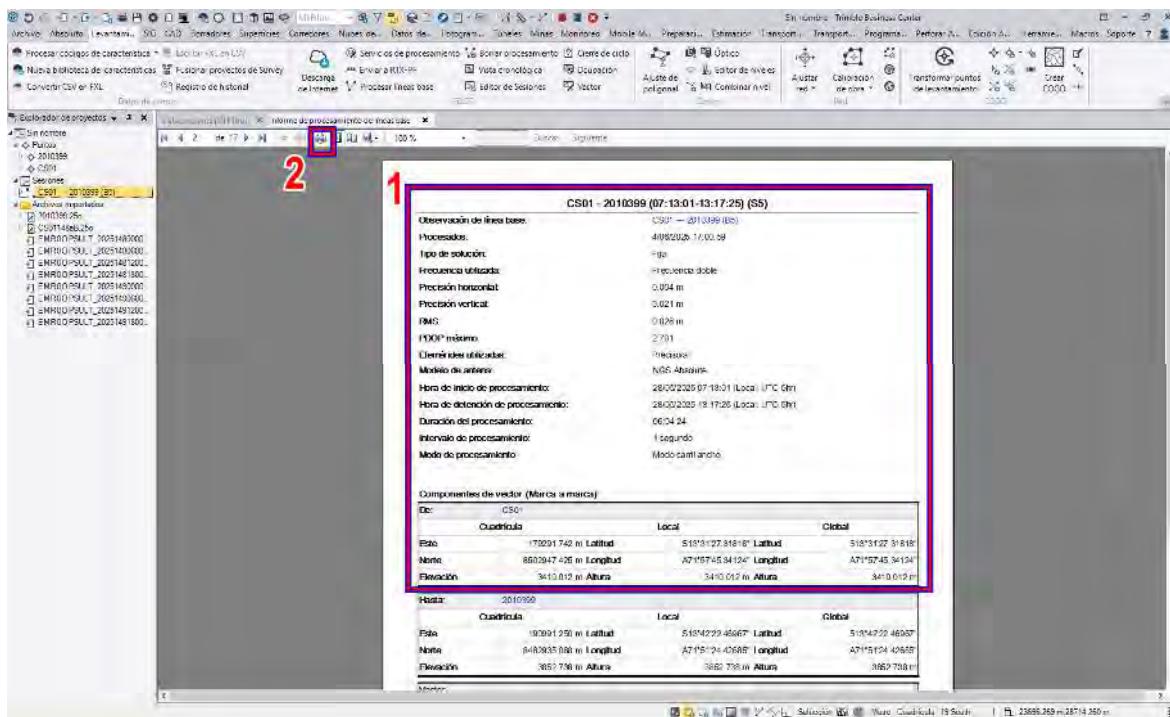
20. Aparece lo siguiente, hacer clic en “Guardar”



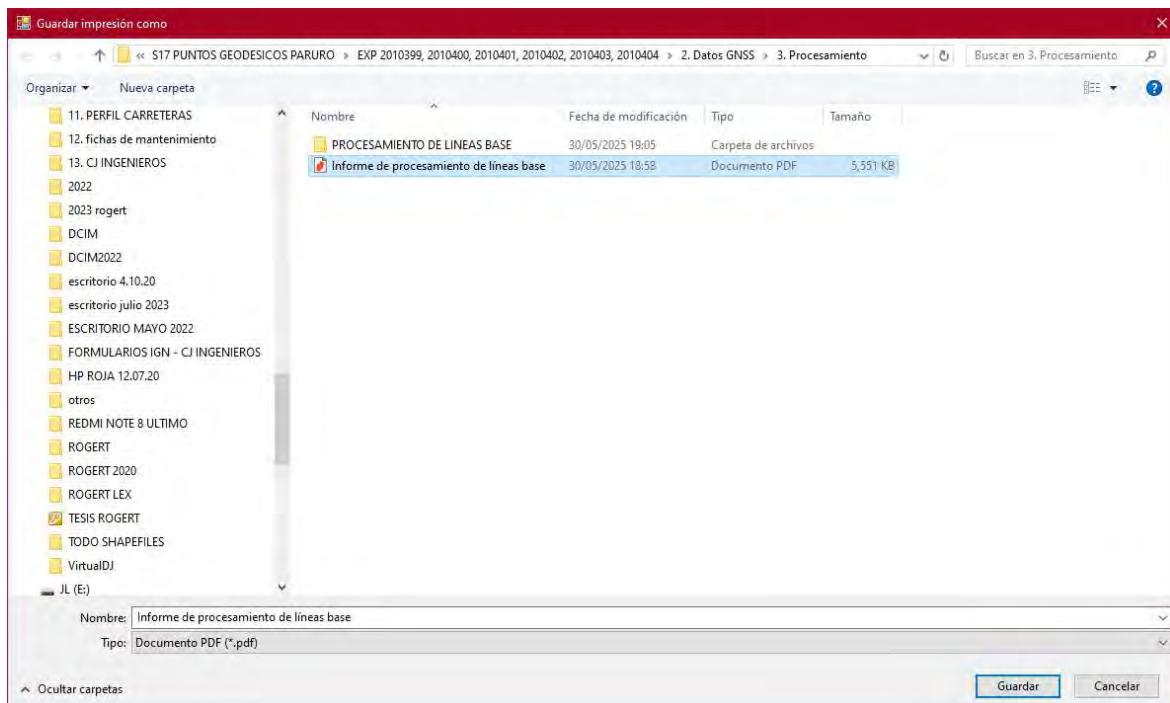
21. Para generar informe de procesamiento, hacer clic en ícono (1), y hacer clic en “Informe de procesamiento de línea base” (2)



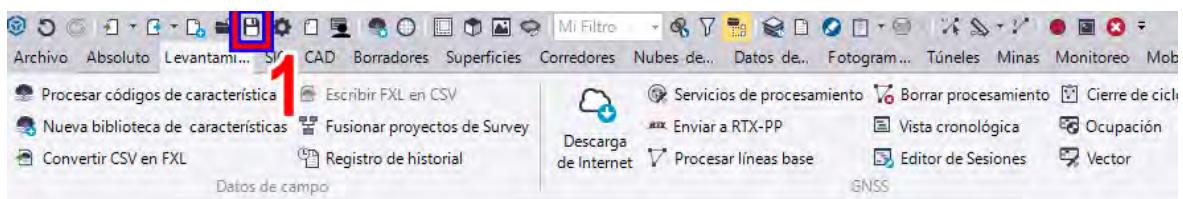
22. Visualizar el informe que genera el programa (1) e imprimir el reporte con clic en icono de imprimir (2)



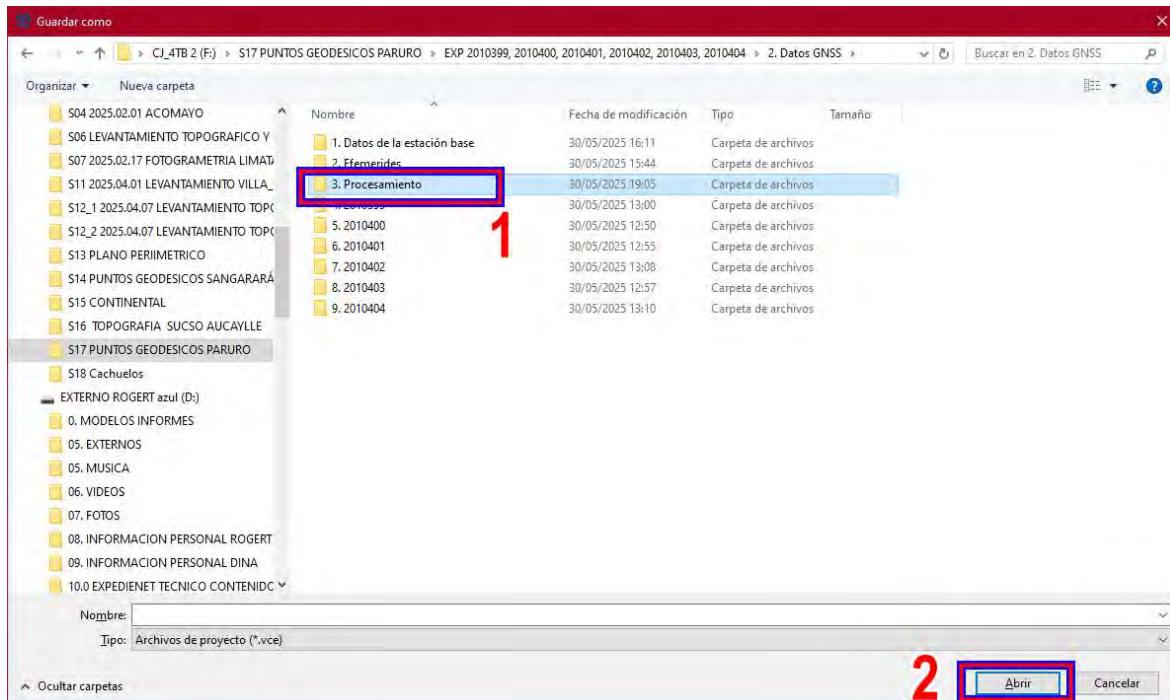
23. Guardar en la carpeta “2. Datos GNSS” dentro de la carpeta “Procesamiento” y clic en “Guardar”



24. Finalmente guardar el procesamiento haciendo clic en icono (1)



25. Seleccionar la carpeta “3. Procesamiento” ubicada dentro de la carpeta “2. Datos”
(1) abrir y guardar con el nombre “Procesamiento”

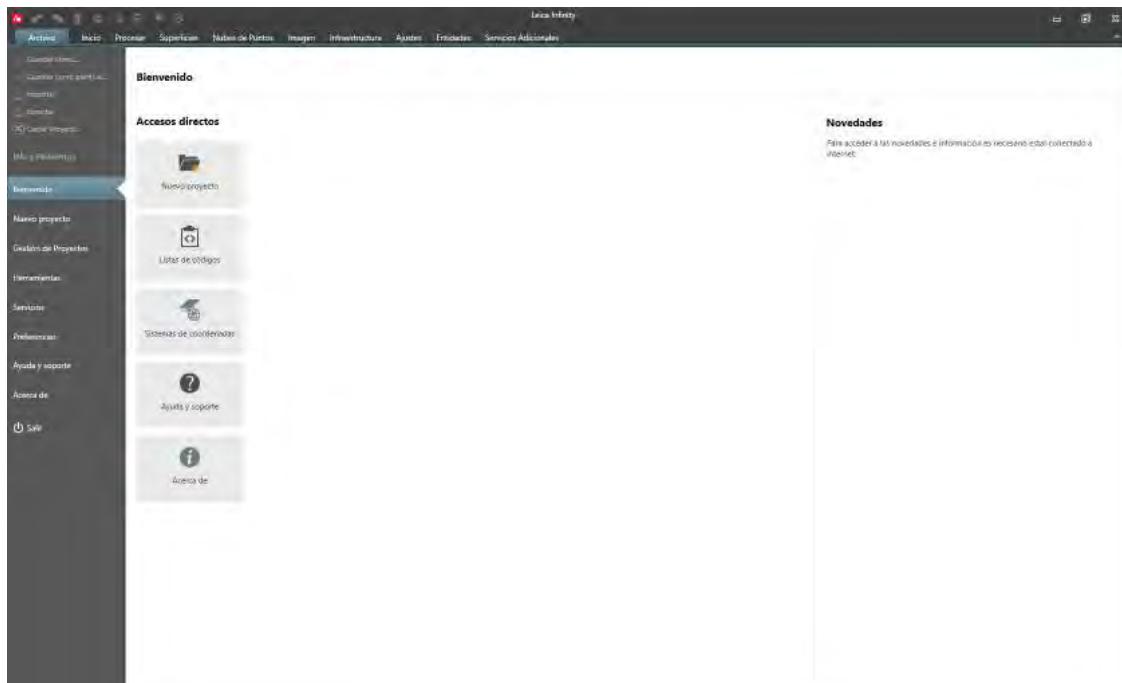


Procesamiento de línea base en Leica Infinity

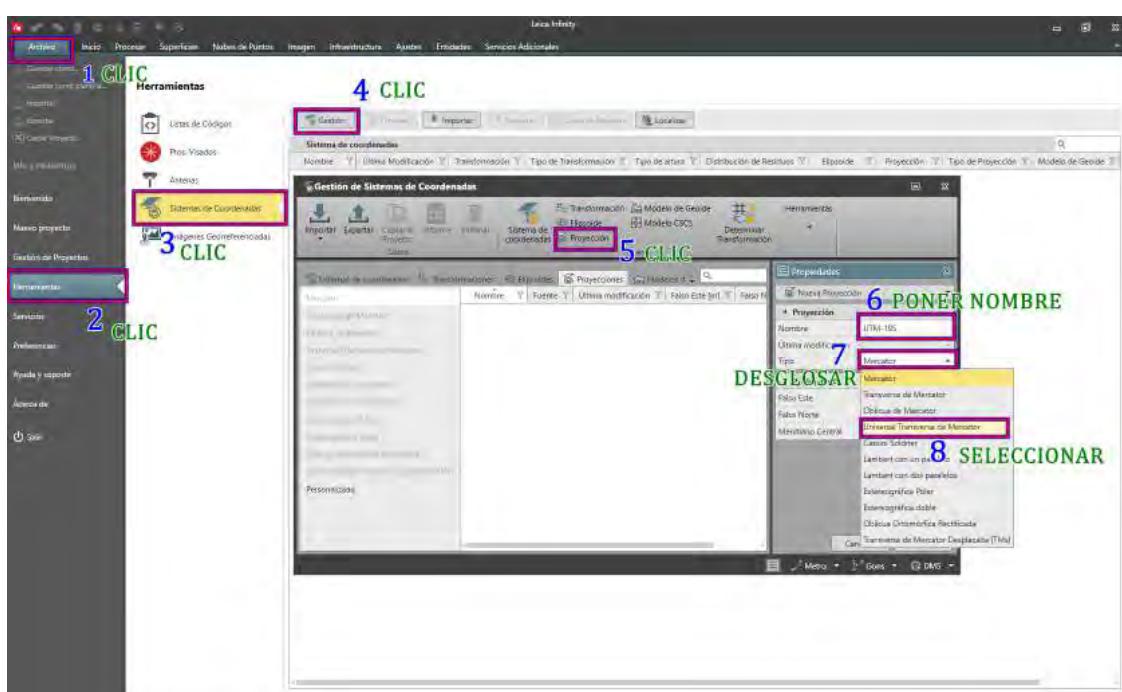
- Para procesar se debe contar con el software Leica Infinity instalado, Se debe contar con data de ERP, Se debe de contar con efemérides descargadas, Data de estación a calcular coordenadas (Rover)

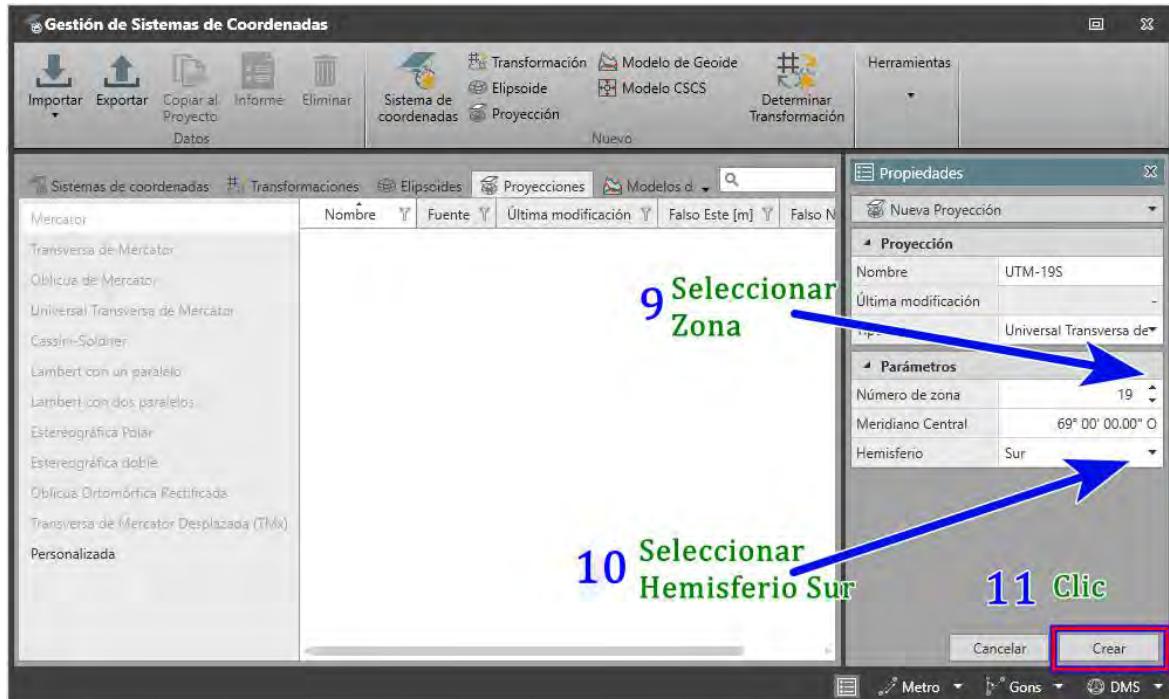
Creación de sistema de coordenadas

- Una vez abierto el programa aparece

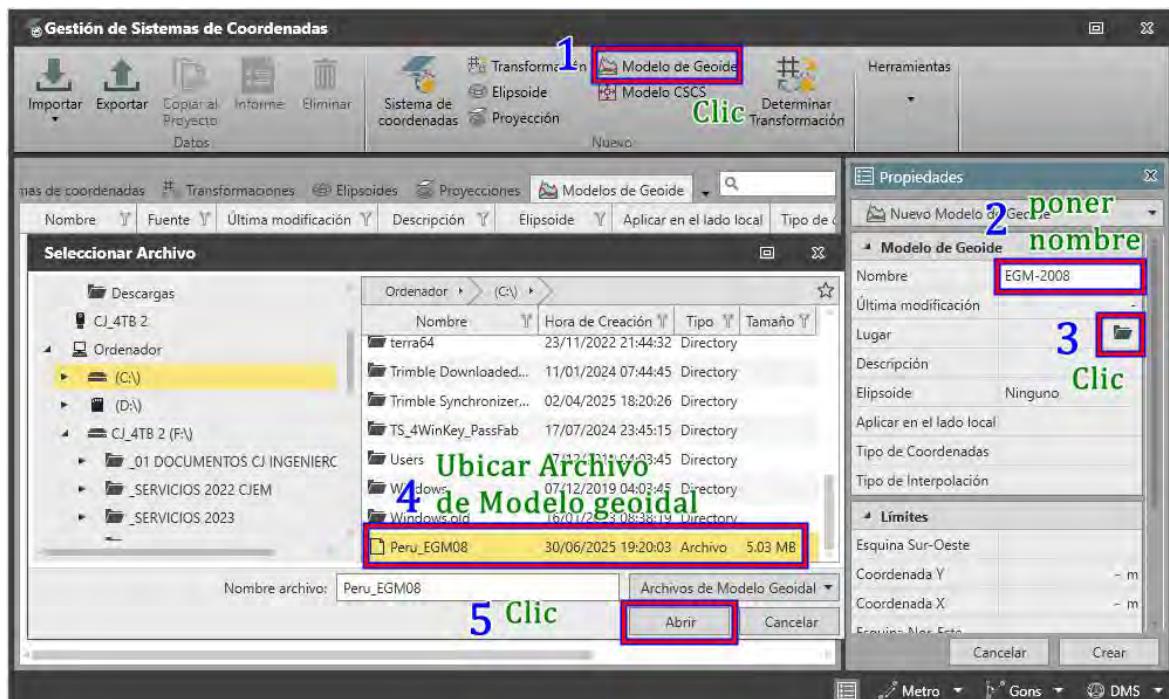


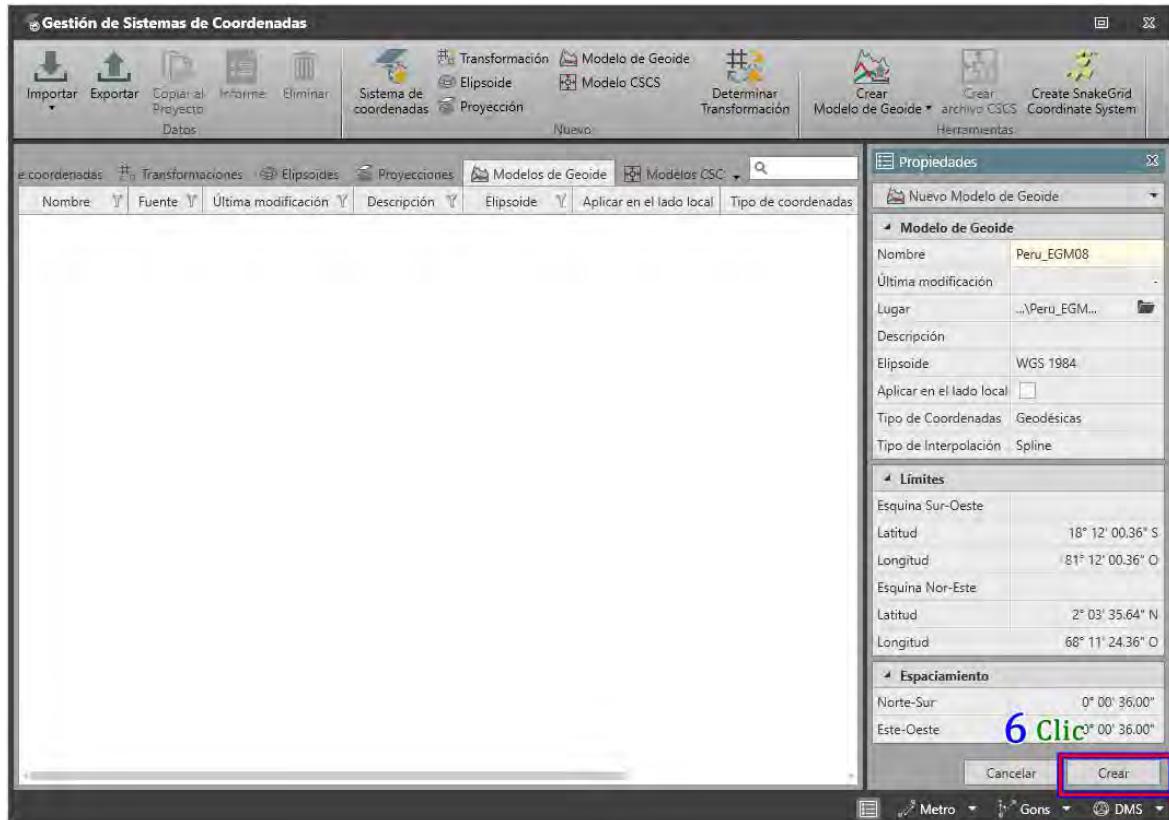
- Crear sistema de proyección de coordenadas



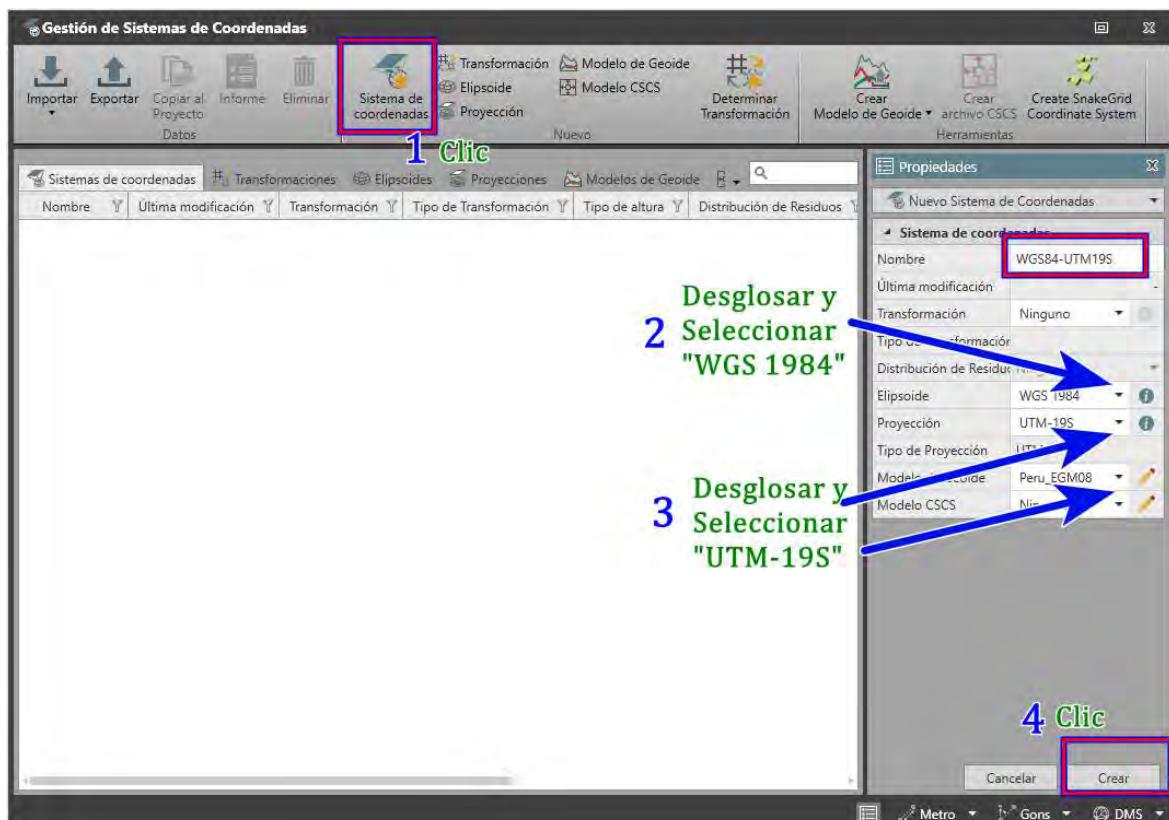


4. Crear modelo de geoide



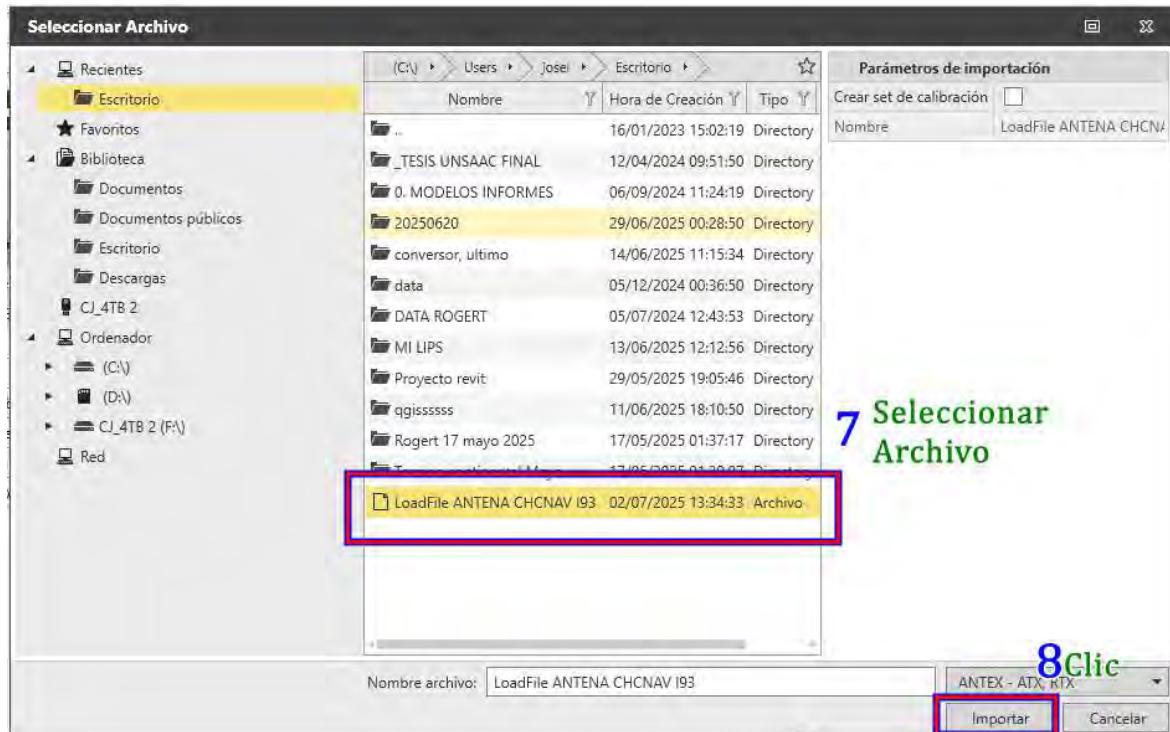
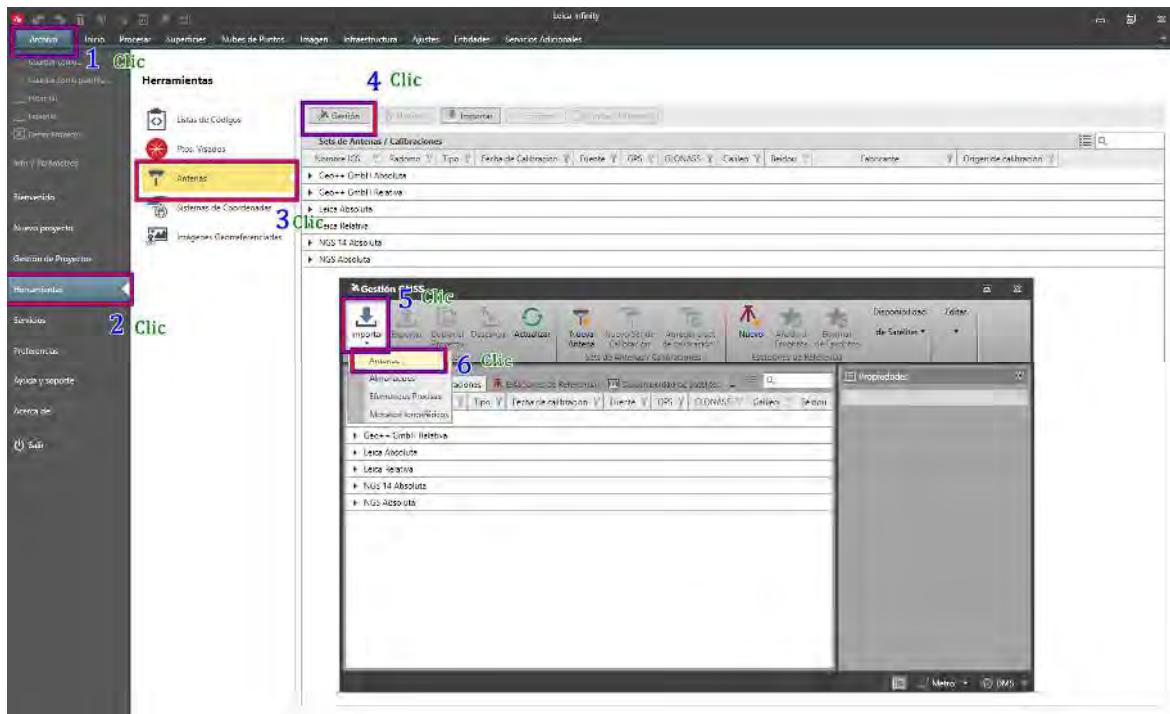


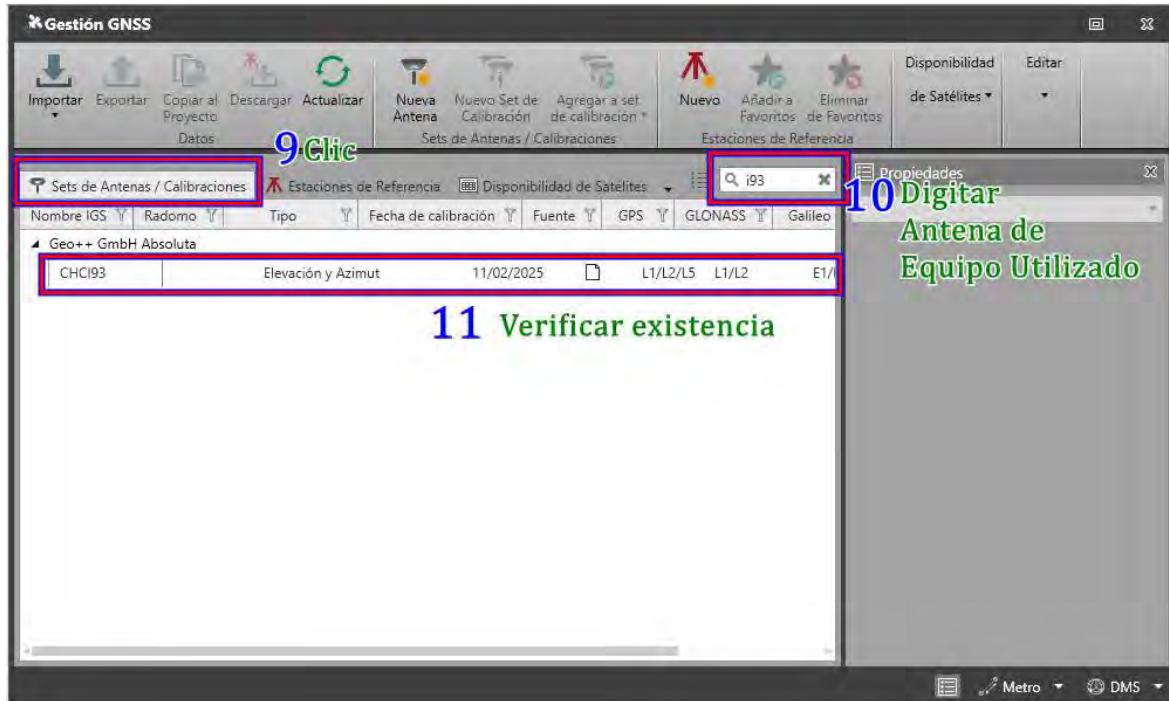
5. Creación de sistema de coordenadas



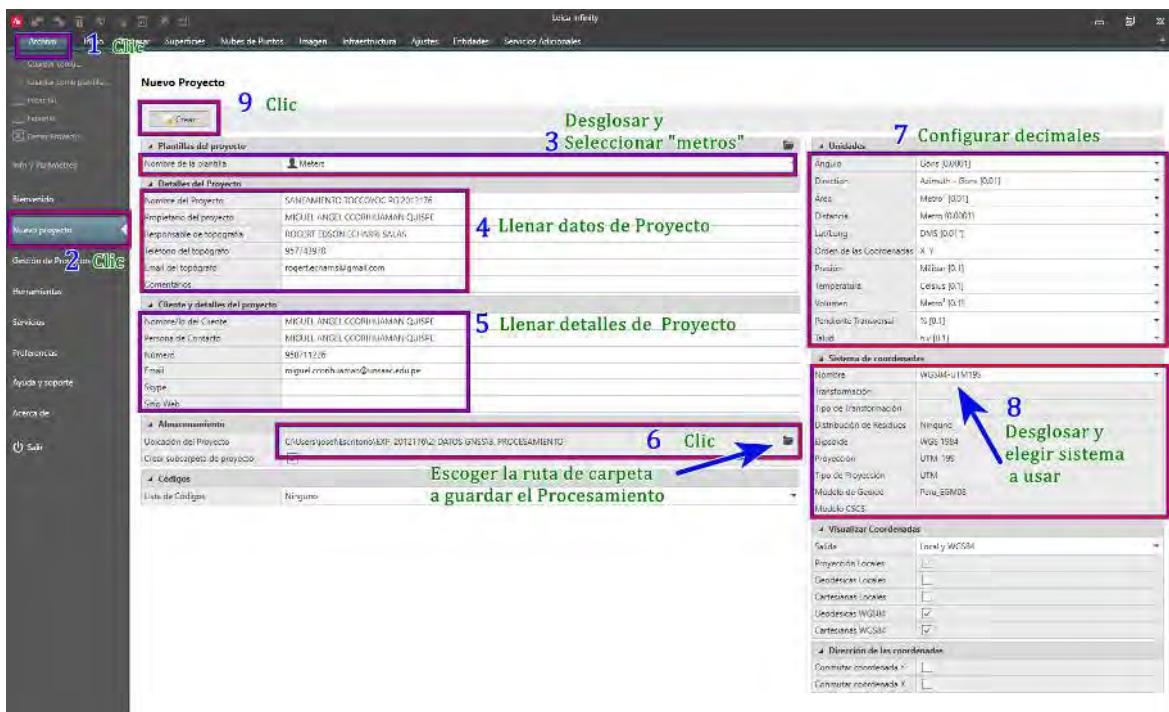
Importación de Antenas

6. Importar Antena Tener el archivo de importación

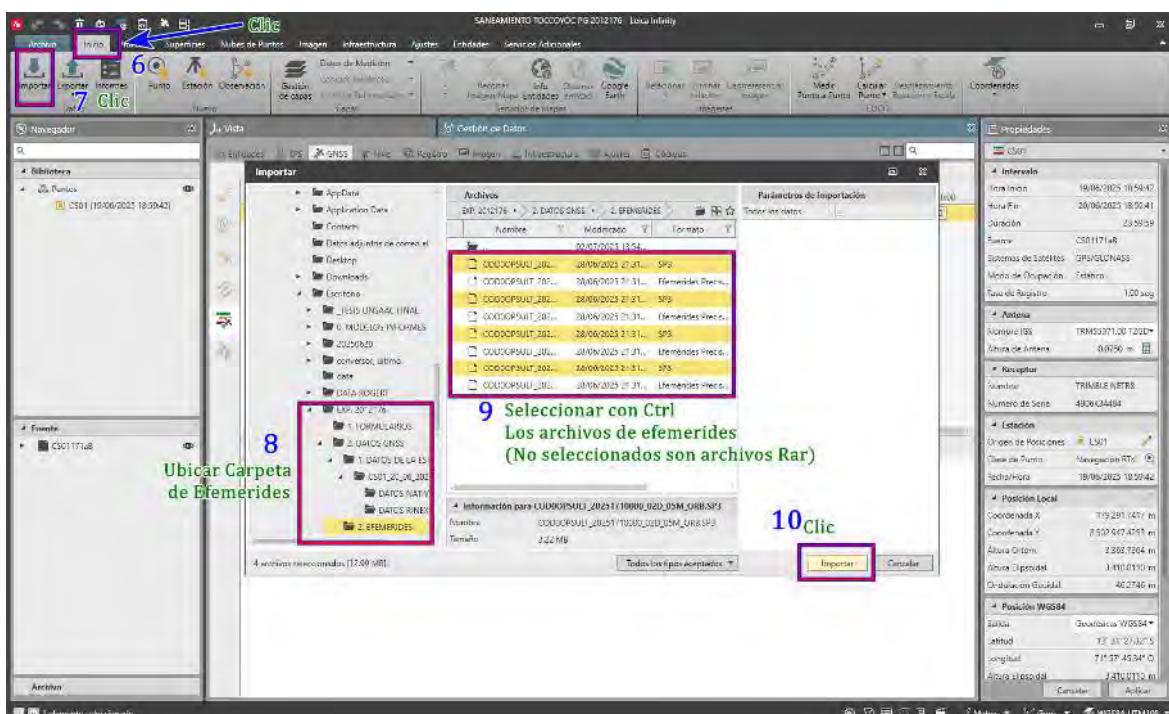
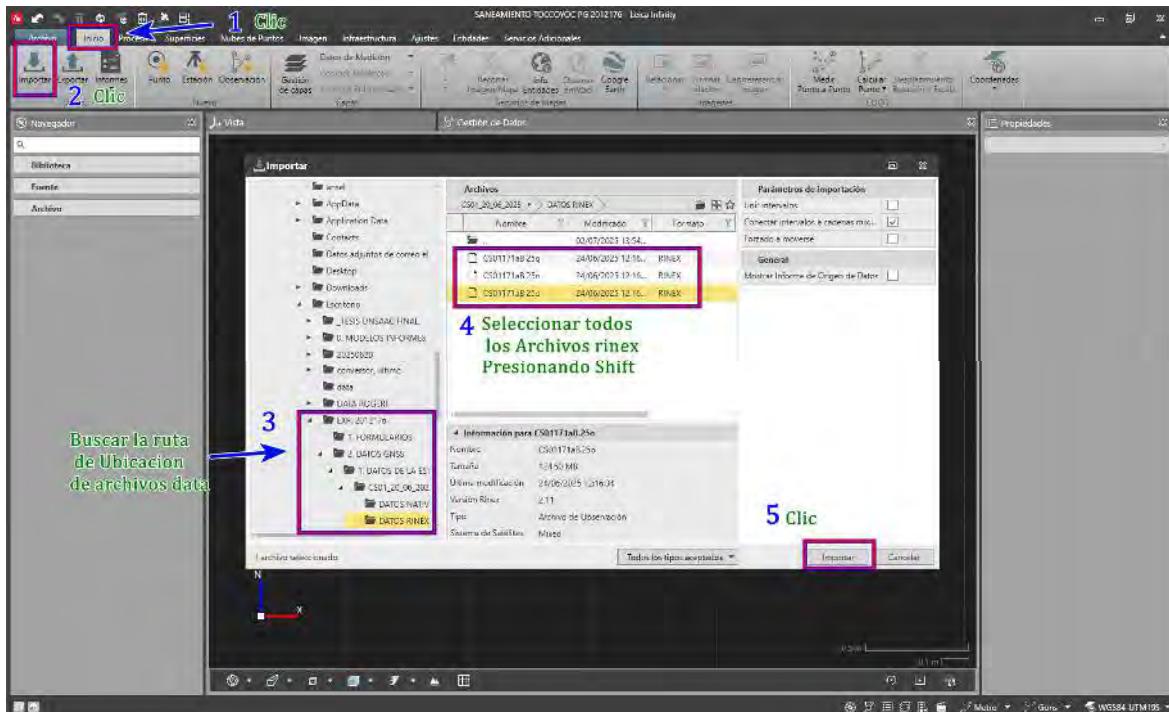


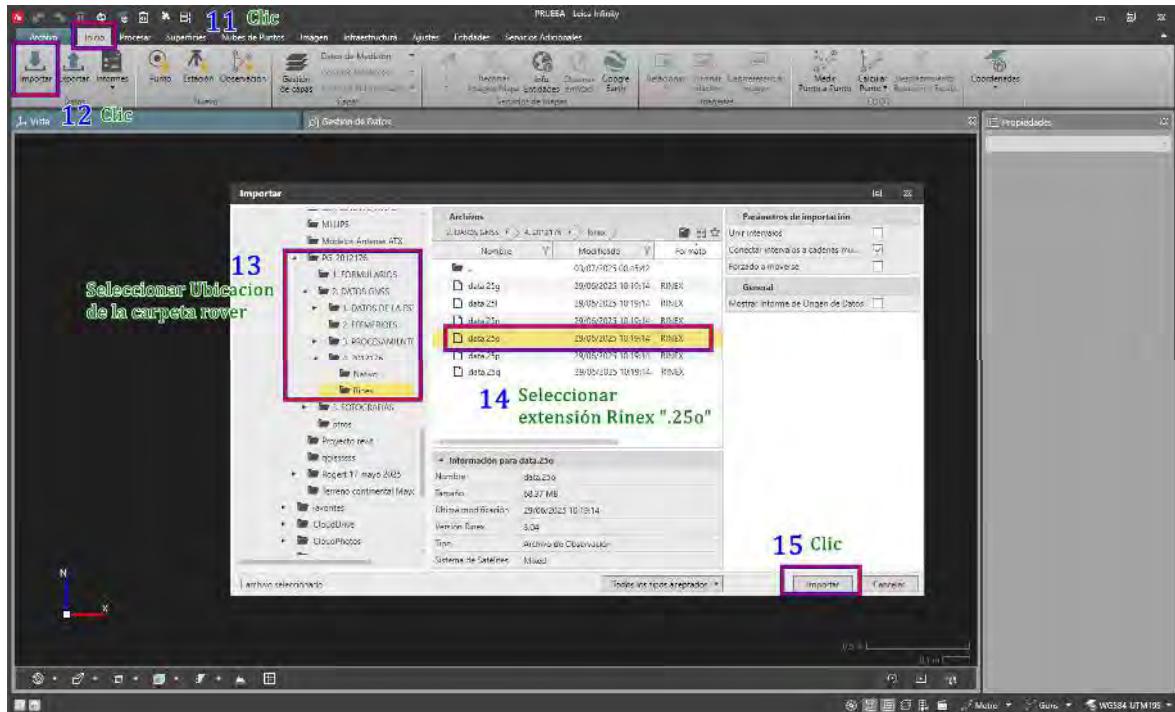


7. Configuración de Proyecto

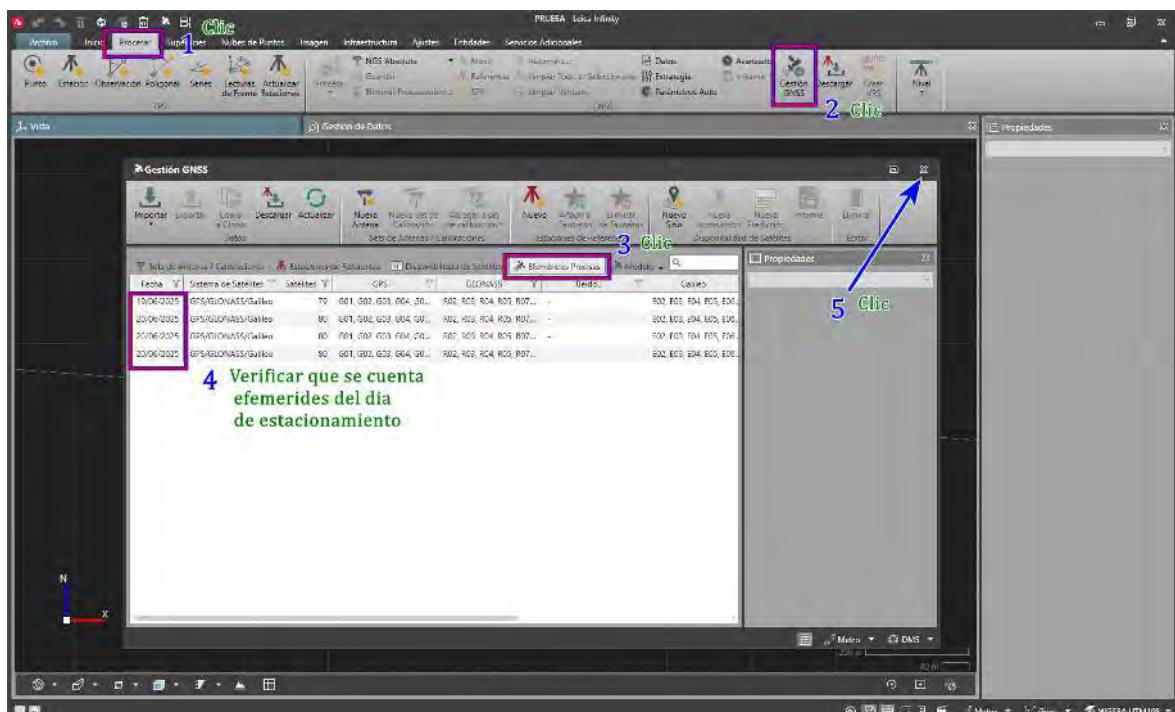


8. Importar Data de Rover -ERP y Efemérides

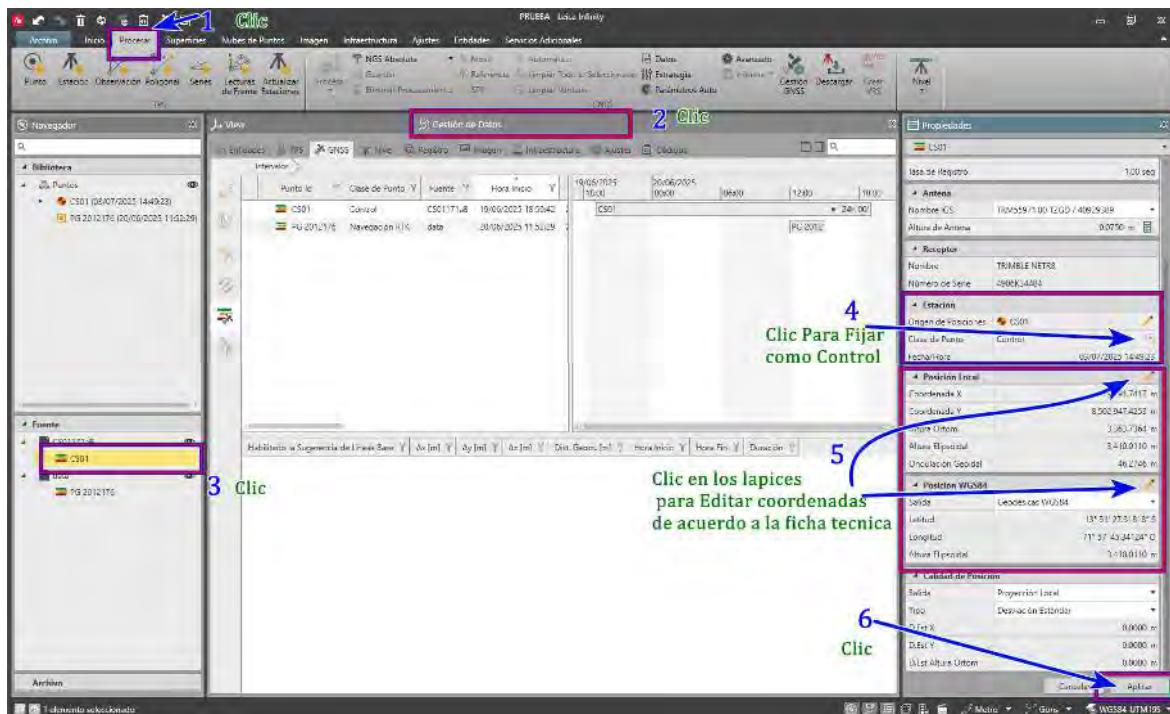




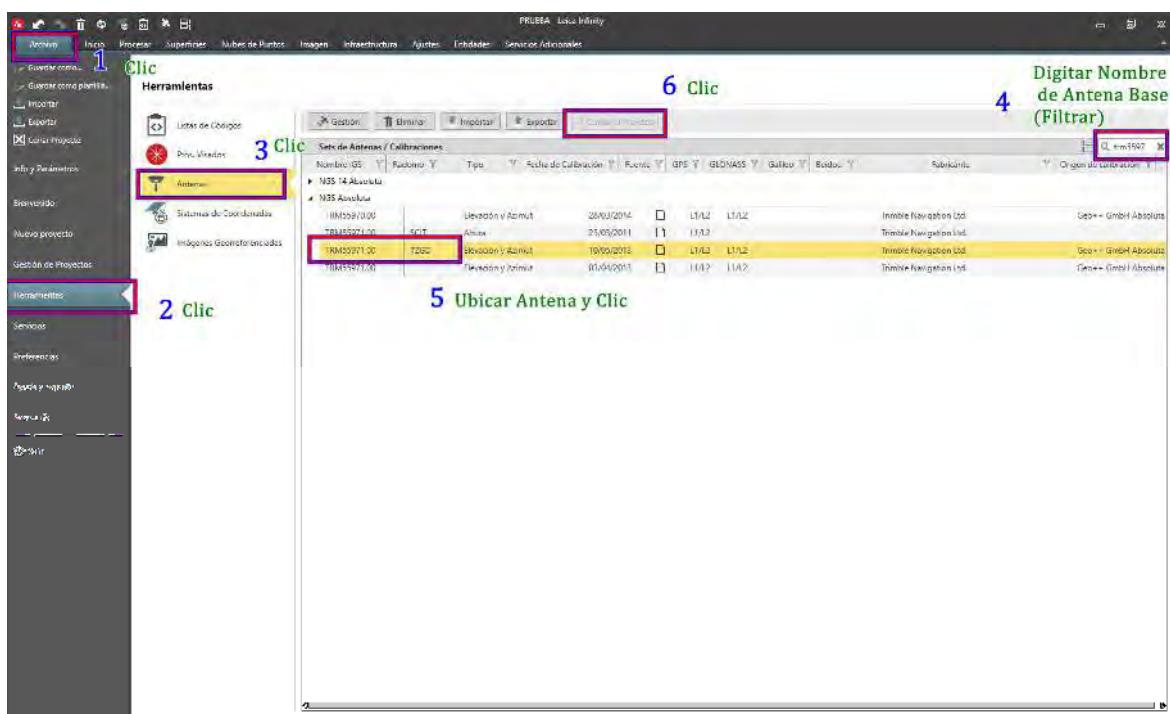
9. Verificar Efemérides

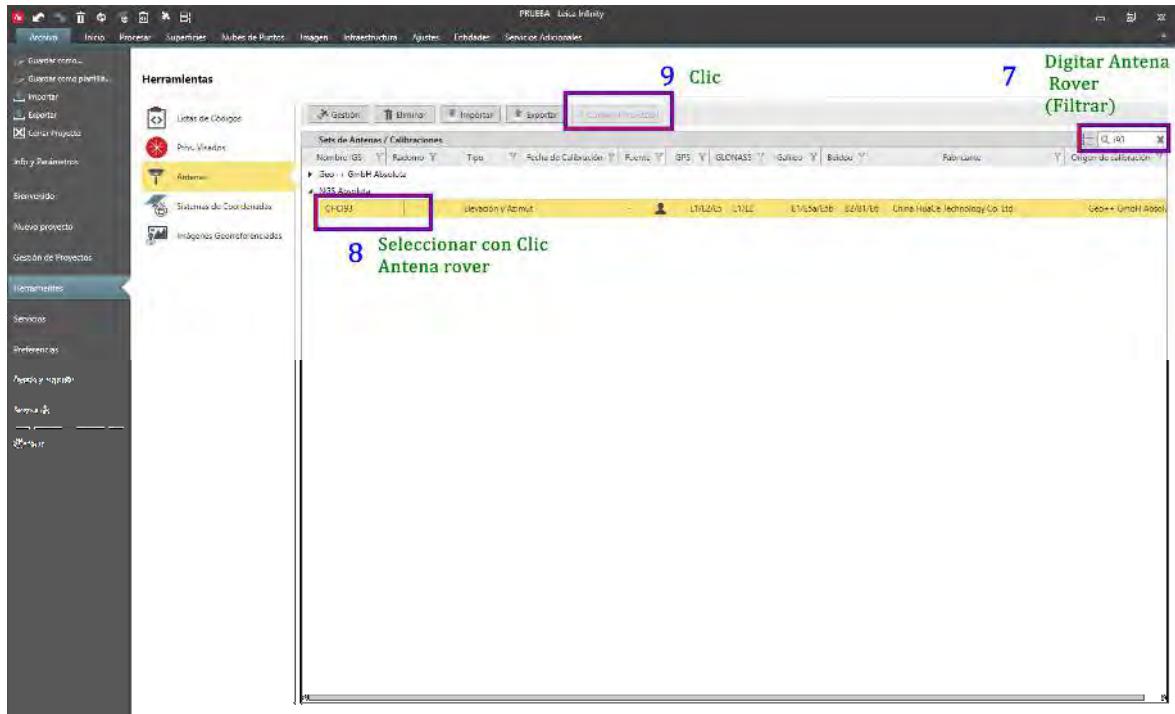


10. Establecer ERP como estación de control

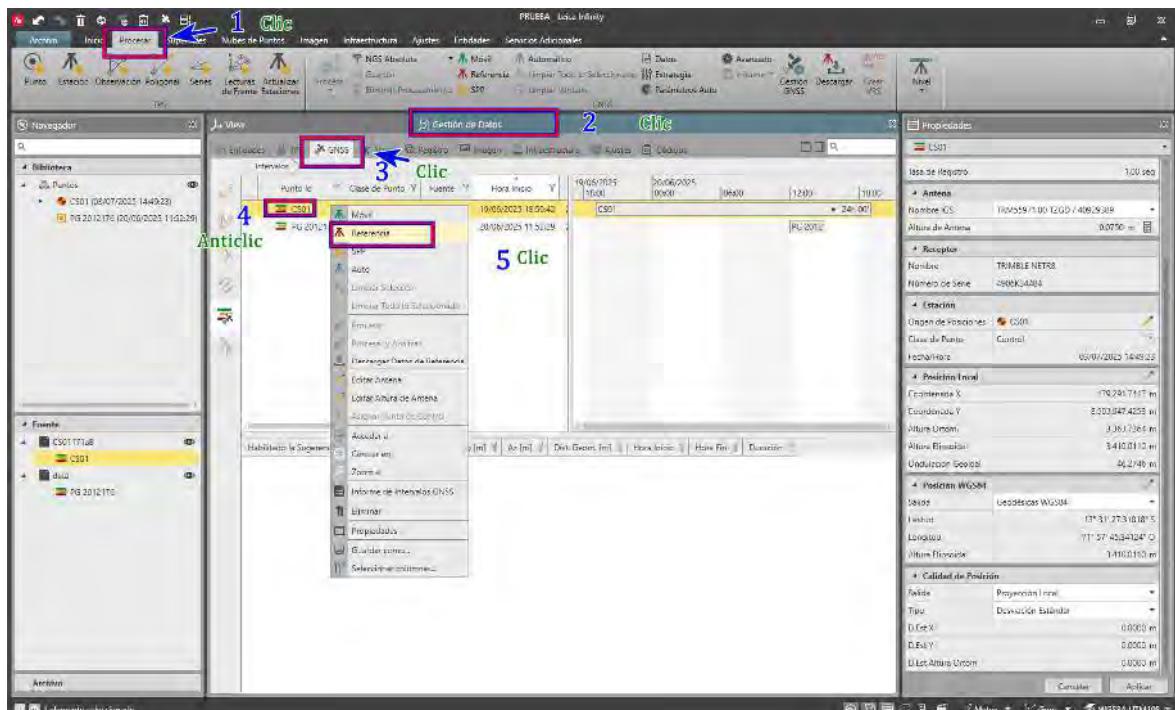


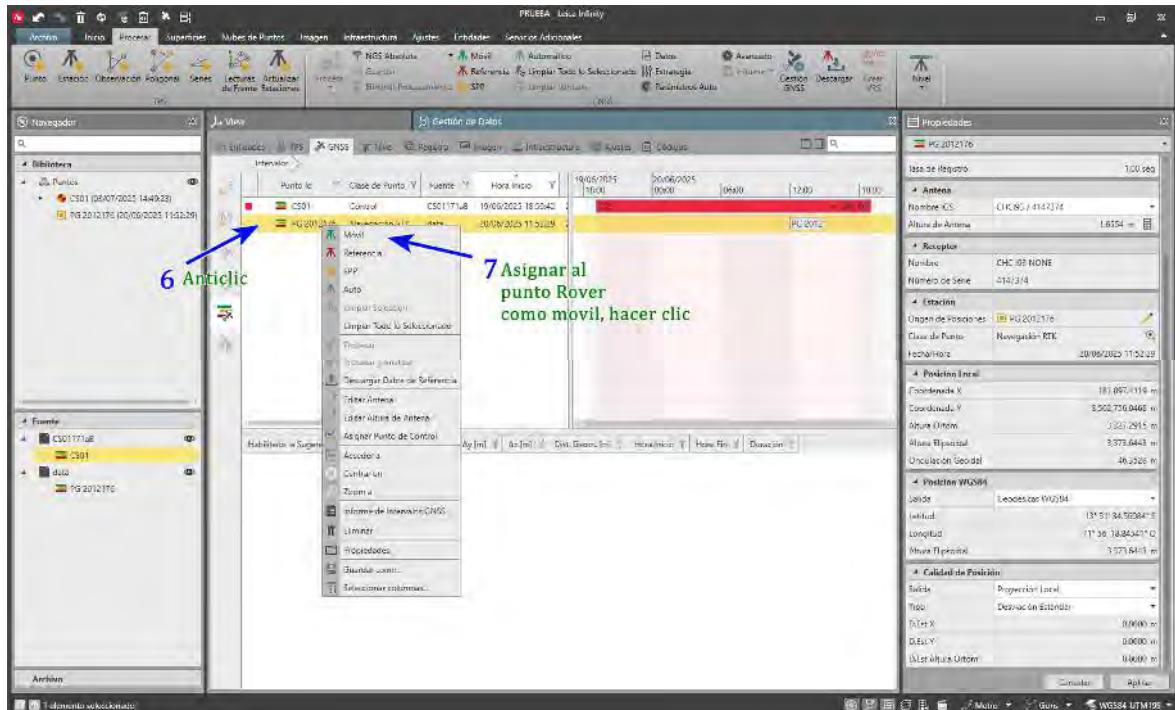
11. Asignar Antenas al proyecto



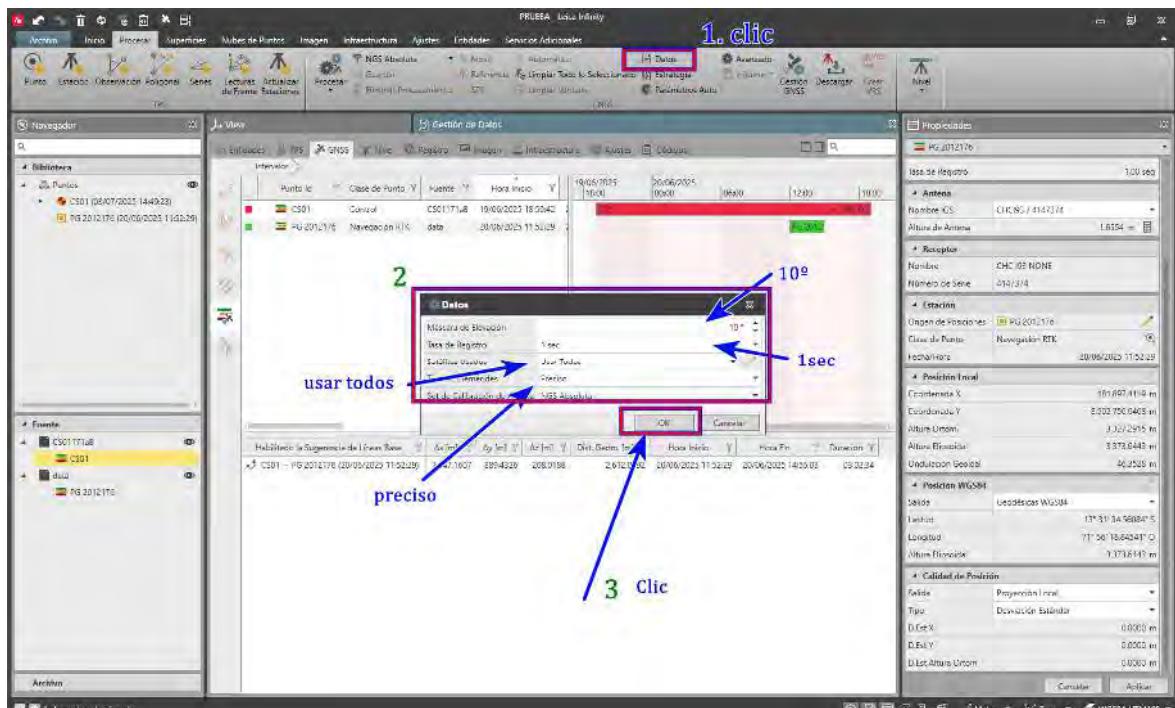


12. Establecer rol a cada data

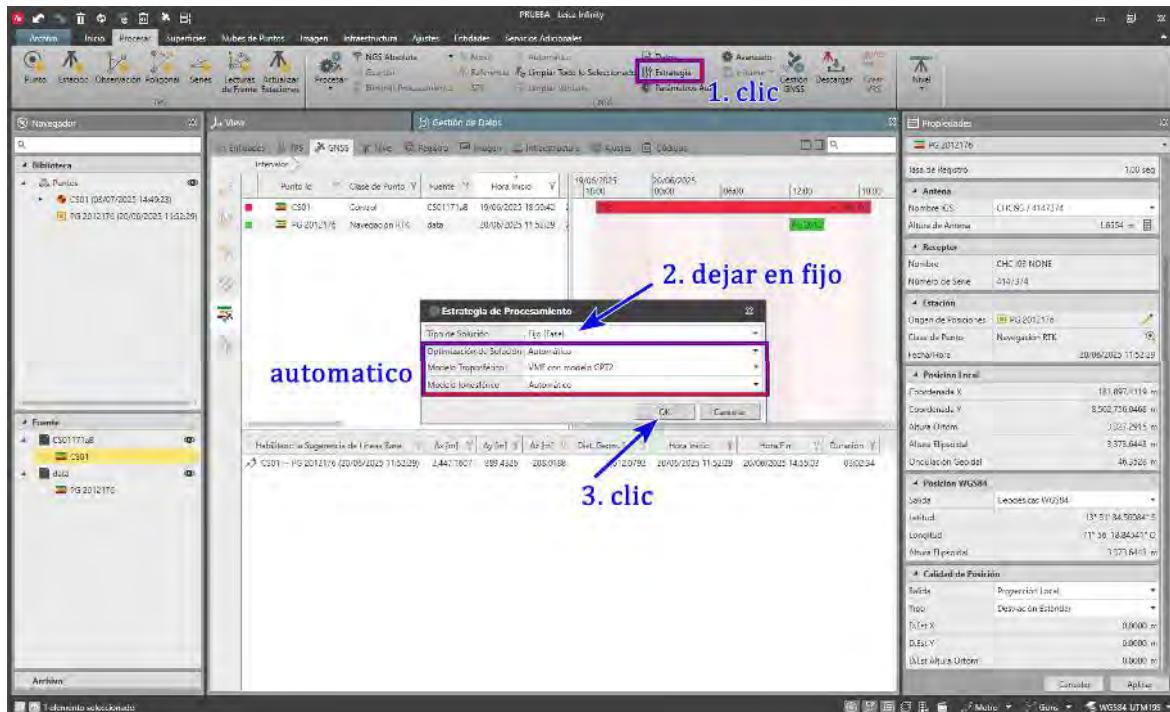




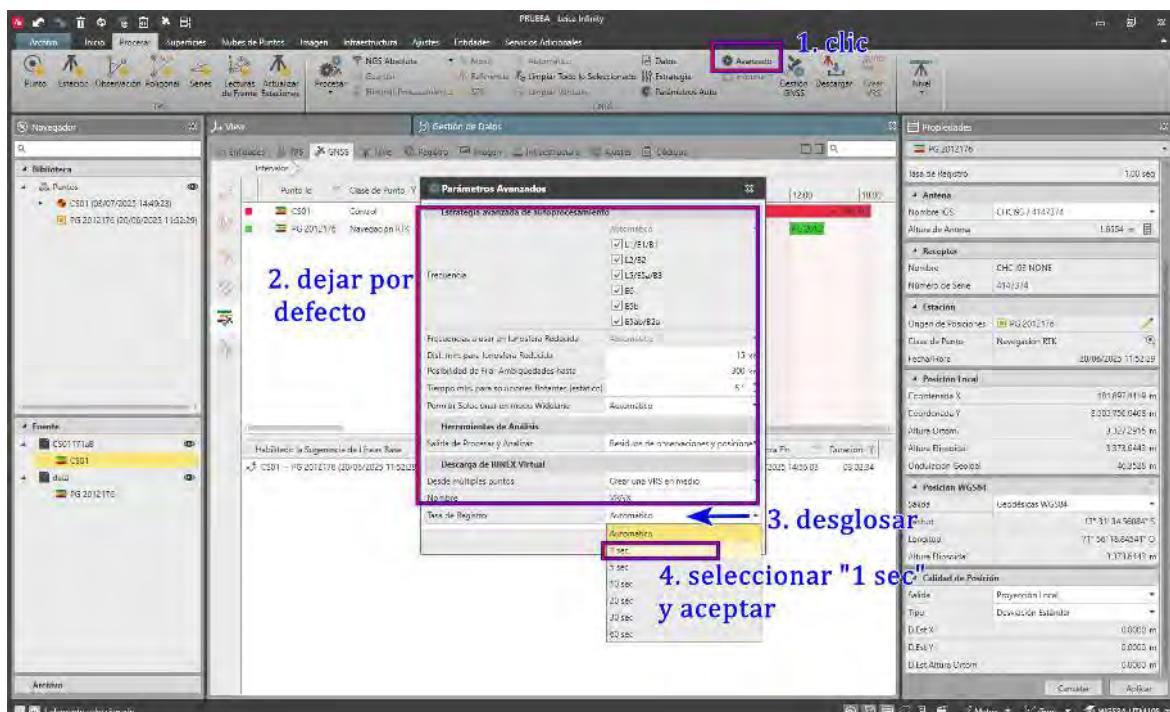
13. Configurar en procesar ítem Datos



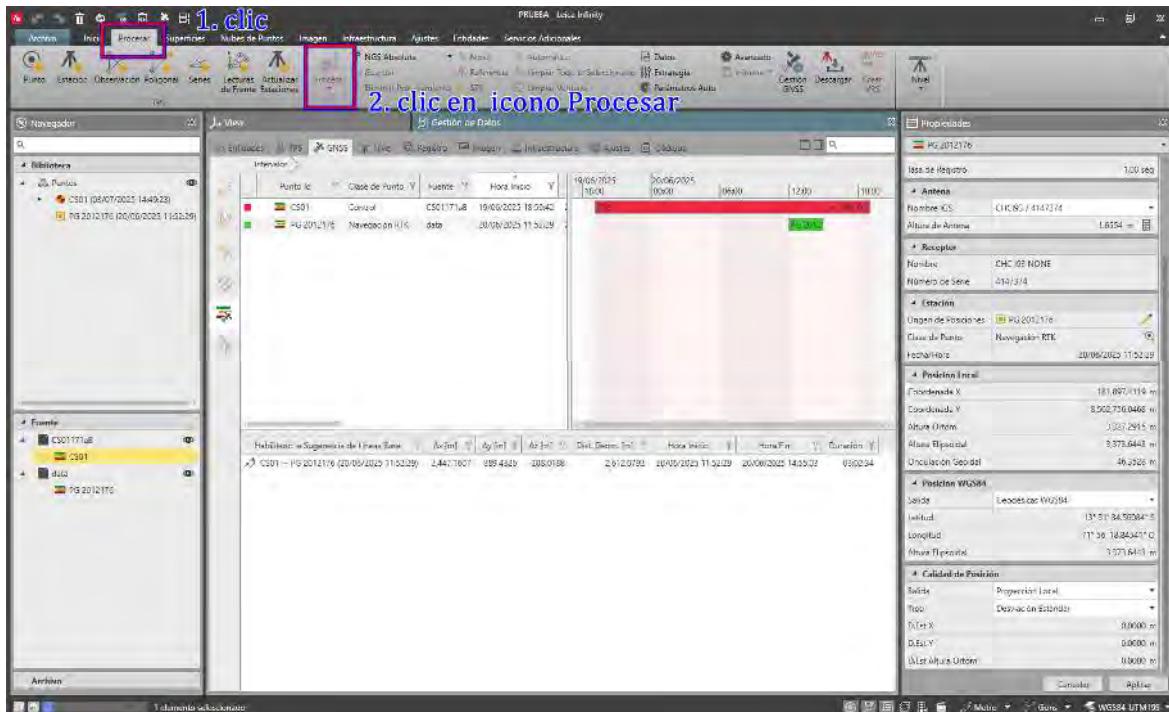
14. Configurar en procesar Ítem estrategia



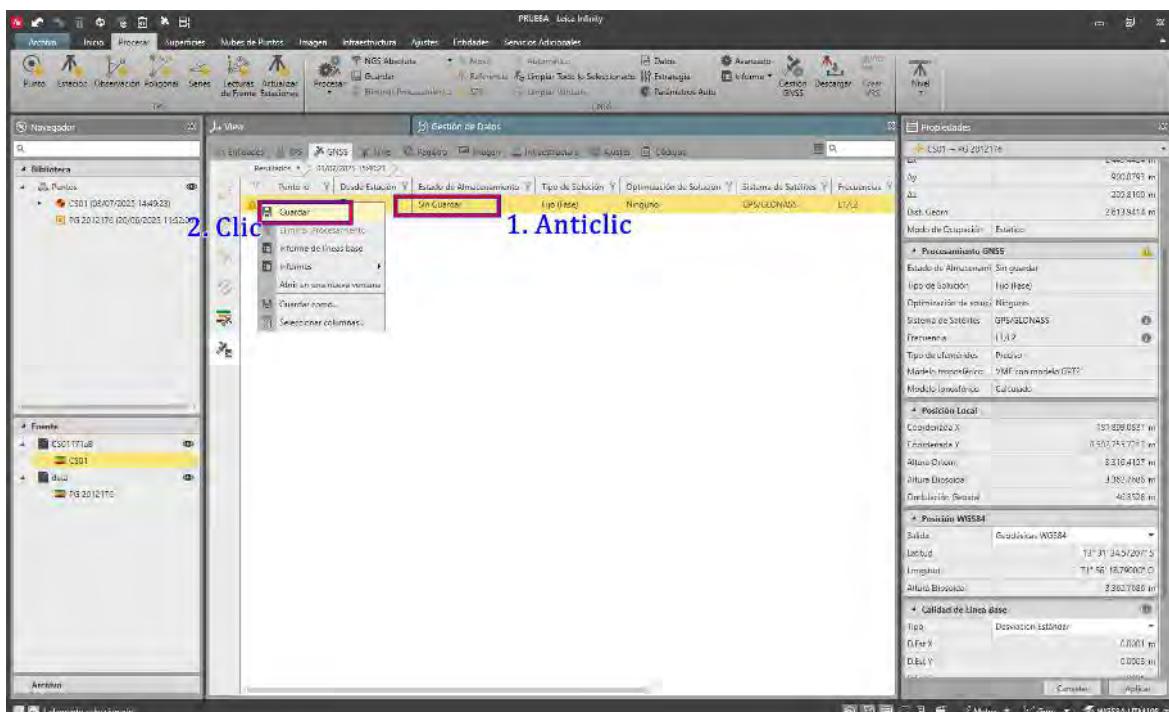
15. Configurar en procesar Ítem Avanzado



16. Procesar



17. Guardar Procesamiento



18. Reporte de procesamiento

