



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y EN ECOTURISMO
GEORREFERENCIACIÓN Y CONTROL VERTICAL DE LOS SECTORES INESTABLES
EN LA CARRETERA QUINUA-SAN FRANCISCO TRAMO II

Línea de investigación: Desarrollo Urbano rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Bardales Marín Giomar Erick

Asesor:

García Chávez Luis Ángel

ORCID: 0000-0002-2508-2749

Asesor:

Víctor Nizama Espinoza

Felicita Nancy Fernández Ybarra

Angelino Oscar Gonzales Alarcón

Lima – Perú

2023

GEORREFERENCIACIÓN Y CONTROL VERTICAL DE LOS SECTORES INESTABLES EN LA CARRETERA QUINUA-SAN FRANCISCO TRAMO II

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	pdfcookie.com Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	www.pvn.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	HIDROSUELOS S.A.S., SUCURSAL DEL PERU. "Instrumento de Gestión Ambiental Complementario al SEIA, del Proyecto	1%

DEDICATORIA

"A mis amados padres Marco y Carmen quienes son, fuente inagotable de amor, apoyo y sabiduría. Gracias por haber creído en mí, A mi Esposa Sthyfany que me ha brindado un inquebrantable respaldo a lo largo de estos años, su confianza en mis ha sido mi mayor motivación para superar obstáculos y alcanzar mis metas. A mi hijo Leandro, mi mayor tesoro y fuente de inspiración. Tu sonrisa ilumina mis días y me impulsa a esforzarme cada vez más

AGRADECIMIENTO:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas, Instituciones y Empresas que han sido parte fundamental en mi trayectoria académica y profesional.

- Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Federico Villareal, mi alma mater y hogar intelectual durante estos años de estudio. Esta institución ha sido el escenario donde mis sueños y metas se han materializado
- A mis Hermanos y Tíos que estuvieron presentes en el desarrollo de mi vida académica dándome palabras de aliento y sabiduría para seguir adelante.
- A mi amada esposa Sthyfany de la Cruz que me alienta siempre a alcanzar mis objetivos.
- A la Empresa Grupo Matic SAC, mi hogar profesional, mi gratitud por haberme recibido con los brazos abiertos y permitirme crecer y escalar en mi carrera. Agradezco a cada miembro del equipo por compartir su experiencia y conocimientos, y por motivarme a superarme día a día.
- A los miembros del Jurado, por el criterio objetivo en la evaluación de este trabajo.

Con agradecimiento y afecto, Giomar Erick Bardales Marín

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO:	3
ÍNDICE GENERAL	4
RESUMEN	8
ABSTRAC:.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Trayectoria del autor	11
1.2 Descripción de la empresa.....	11
1.3 Organigrama de la empresa.....	13
1.4 Áreas y funciones desempeñadas.....	14
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA.....	17
2.1 Antecedentes del proyecto	17
2.2 Objetivos	18
2.3 Definición de términos.....	18
2.4 Ubicación del proyecto.....	21
2.5 Equipos y Materiales Utilizados durante del proceso de Georreferenciación y Control Vertical.....	23
2.6 Metodología para la Georreferenciación y Control Vertical.....	24
2.6.1 Georreferenciación.....	24
2.6.2 Monumentación	26
2.6.3 Punto de enlace a la red Geodésica Nacional	27

2.6.4	Red geodésica primaria.....	29
2.6.5	Red Geodésica Secundaria.....	30
2.6.6	Poligonal de Apoyo.....	36
2.6.7	Control vertical	41
2.7	Resultados. Georreferenciación	42
2.7.1	Resultados de Monumentación	42
2.7.2	Resultados del Punto de enlace a la Red Geodésica Nacional.....	44
2.7.3	Resultados de la Red Geodésica Primaria	44
2.7.1	Resultados de la Red Geodésica Secundaria	45
2.7.2	Resultado de coordenadas de la poligonal de apoyo	55
2.7.3	Resultados del Control Vertical	57
III.	APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA o INSTITUCIÓN	59
IV.	CONCLUSIONES	60
V.	RECOMENDACIONES	61
VI.	REFERENCIAS.....	62
VII.	ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 Áreas y funciones desempeñadas.....	14
Tabla 2 Ubicación de tramo estudiado en coordenadas UTM - zona 18 S WGS-84.....	21
Tabla 3 Coordenadas Geográficas de los puntos de enlace	27
Tabla 4 Puntos de Control ubicados como base Pivot.....	35
Tabla 5 Coordenadas de los Puntos Base de la Red Geodésica Primaria.....	44
Tabla 6 Datos de observación y enlace geodésico Tramo Challhuamayo - Tutumbaro.....	45
Tabla 7 Datos de observación y enlace geodésico Tramo Tutumbaro - San Francisco.....	46
Tabla 8 Coordenadas UTM y geográficas de la red secundaria Tramo Challhuamayo - Tutumbaro.....	47
Tabla 9 Coordenadas UTM y Geográficas de la Red Secundaria Tramo Tutumbaro – San Francisco.....	48
Tabla 10 Coordenadas Topográficas de la Red Secundaria o puntos de control.....	50
Tabla 11 Control de Calidad de los Puntos de Control Geodésico.....	51
Tabla 12 Resumen de ajuste de coordenadas topográficas.....	53
Tabla 13 Resumen de ajuste de coordenadas UTM.....	54
Tabla 14 Poligonal 01 Tutumbaro	55
Tabla 15 Poligonal 02 Machente	56
Tabla 16 Poligonal 03 Rosario.....	57
Tabla 17 Cotas de los Puntos de Control Geodésicos.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Grupo Matic SAC.....	13
Figura 2 Ubicación general del proyecto.....	22
Figura 3 Ficha de Estación de Rastreo Permanente del IGN.....	28
Figura 4 Enlace Geodesico a red primaria.....	29
Figura 5 Enlace geodésico a red secundaria	30
Figura 6 Puntos de Control: Challhuamayo - Tutumbaro.....	32
Figura 7 Puntos de Control: Tutumbaro – San Francisco.....	32
Figura 8 Perfil: Tutumbaro – San Francisco.....	34
Figura 9 Poligonal abierta.....	36
Figura 10 Vista de la Poligonal 01.....	37
Figura 11 Vista de la Poligonal 02.....	38
Figura 12 Vista de la Poligonal 03.....	39
Figura 13 Ficha del BM Base: GPS-01	41

RESUMEN

El presente informe técnico tiene como objetivo georreferenciar y Realizar un control Vertical de los sectores inestables ubicados entre el centro poblado de Challhuamayo y el distrito de San Francisco, por lo que se realizó la materialización de puntos para una de Red Primaria, Secundaria, poligonal de apoyo y los Bench Mark que cubra los 32 sectores inestables por lo que se colocaron a lo largo de toda la vía que une el centro poblado de Challhuamayo y el distro de San Francisco, obteniendo en el proceso de georreferenciación, la no materialización de la red primaria debido a que la geografía accidentada y taludes de fuerte pendiente con presencia de vegetación densa y alta, dificultan la obtención de datos geodésicos precisos, por lo que se optó por una base de rastreo permanente que se encuentran cerca de la zona de estudio, con una distancia no mayor de 50 kilómetros, a su vez se materializo la red secundaria y poligonal de apoyo las cuales en conjunto nos permitirán llevar una georreferenciación adecuada de los sectores inestables; mientras que para el control vertical se ha logrado realizar una nivelación geométrica que nos ha permitido obtener una cota nivelada a lo largo de toda el área de estudio. Llegando a concluir que para un correcto estudio y diseño de mejores soluciones de sectores inestables en los cuales es necesario llevar un control preciso de los taludes y niveles es necesario realizar una georreferenciación y control vertical.

Palabras Claves: Control Vertical, Georreferenciación y sectores Inestables.

ABSTRAC:

This technical report aims to georeference and perform a vertical control of the unstable sectors located between the town center of Challhuamayo and the district of San Francisco, so the materialization of points for a Primary Network, Secondary, polygonal support and Bench Mark covering the 32 unstable sectors so they were placed along the entire road linking the town center of Challhuamayo and the district of San Francisco, obtaining in the process of georeferencing, The primary network was not materialized due to the rugged geography and steep slopes with the presence of dense and high vegetation, making it difficult to obtain accurate geodetic data, so we opted for a permanent tracking base located near the study area, with a distance of no more than 50 kilometers, in turn, the secondary network and polygonal support were materialized, which together will allow us to carry an adequate georeferencing of the unstable sectors; While for the vertical control, a geometric leveling has been achieved, which has allowed us to obtain a leveled elevation throughout the study area. We concluded that for a correct study and design of better solutions for unstable sectors in which it is necessary to carry out a precise control of slopes and levels, it is necessary to carry out a georeferencing and vertical

Control. Key words: Vertical Control, Georeferencing and Unstable sectors.

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe es elaborado de acuerdo el reglamento general de Grados y Títulos para la obtención del Título profesional bajo la modalidad de Suficiencia Profesional tomando como punto de partida el anexo IV, aprobado mediante Resolución N.º 2900-2018-CU- UNFV el 25 de junio del 2018, el cual se enmarca en la Ley Universitaria N.º 30220.

El informe detalla la experiencia profesional alcanzada en las diferentes empresas o instituciones públicas ocupando puestos de trabajo como Técnico Catastral, Fiscalizador Predial, Topógrafo, Supervisor de Topografía, Supervisor de Seguridad y Coordinador de Proyectos en la especialidad de Estudios topográficos, acumulando una experiencia desde la obtención del Grado de Bachiller de 9 años.

El Informe técnico desarrollado lleva el nombre de “Georreferenciación y el control Vertical de los Sectores Inestables en la Carretera Quinua – San Francisco Tramo II” en el cual se detalla la metodología de Georreferenciación mediante la colocación de puntos de control los cuales cumplen con las especificaciones de la *“Norma técnica geodésica para posicionamientos geodésico estático Relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global”*. Mientras que para el control Vertical metodología la metodología empleada fue la nivelación Geométrica O diferencial las cuales permiten obtener resultados que se encuentran dentro de las tolerancias de admitidas para el proyecto.

1.1 Trayectoria del autor

Giomar Erick Bardales Marín, con Grado de bachiller en Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con 9 años de experiencia después de haber recibido el grado de Bachiller.

- Experiencia laboral en Levantamientos alfa numéricos de predios, trabajando con diferentes Municipalidades de la Provincia Lima como: Los Olivos Breña, Santa María del Mar, San Martín de Porres y el ICL (Instituto Catastral de Lima), ejerciendo el puesto de Técnico de Catastro.
- Experiencia como supervisor de Seguridad, Salud y Medio Ambiente en Unidad Minera Minsur Pucamarca.
- Experiencia en fiscalización Tributaria en las Municipalidades del Rímac, La Victoria y San Juan de Miraflores.
- Experiencia en la especialidad de topografía como; Técnico Topógrafo, Supervisor de Topografía y Coordinador de Proyectos de Topografía, cargo actual dentro de la Empresa Grupo Matic Sac.

1.2 Descripción de la empresa

GRUPO MATIC SAC es una empresa peruana líder en su sector, con una trayectoria consolidada y reconocida en el mercado. Fundada el 01/06/2017, que se ha especializado en estudios de Carretera, puentes, modelamientos hidráulicos, Canales, abarcando en todos ellos las especialidades de Topografía y diseño, por lo que cuenta con un grupo de profesionales altamente capacitados.

GRUPO MATIC SAC ha forjado sólidas alianzas con reconocidas empresas e instituciones que se encargan de proyectos de gran envergadura como son Cumbra Ingeniería, JNR, consultores SA, China Comunicación Construcción, MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones y El ANA Autoridad Nacional del Agua entre otras.

GRUPO MATIC SAC se encuentra a la Vanguardia en el uso de Tecnologías para los estudios Topográficos ofreciendo a sus clientes las mejores soluciones del mercado. Además, se caracteriza por su compromiso con la innovación y la mejora continua.

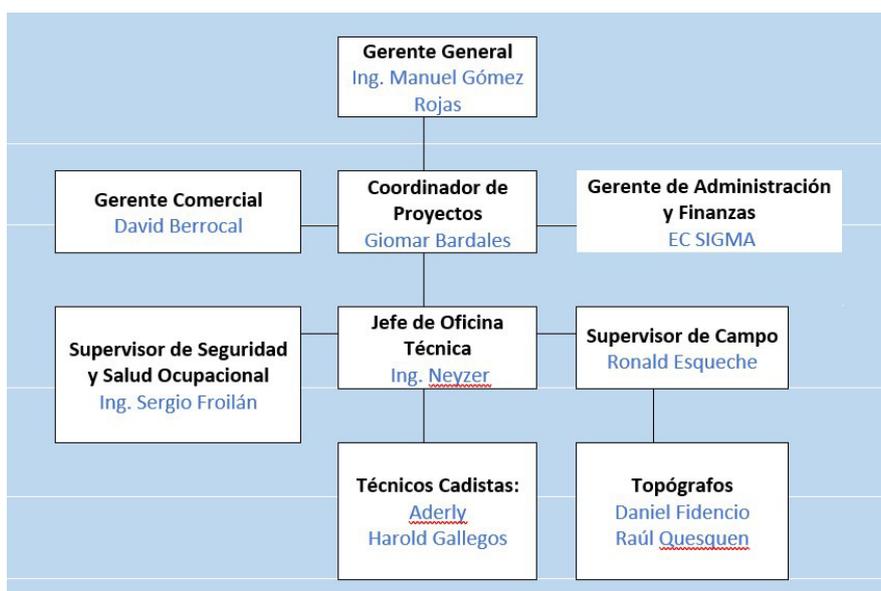
1.3 Organigrama de la empresa

Grupo Matic Sac. cuenta con profesionales especializados en diversas áreas, entre los que se encuentran: - Ingenieros Civiles, Ing. Geógrafos, Técnicos en Topografía los cuales poseen Experiencia Técnica Solida que garantizan una Planificación y Ejecución perfecta del proyecto,

En la figura 1 se muestran a gerentes, coordinadores, supervisores, técnicos cadistas y topógrafos.

Figura 1

Organigrama de Grupo Matic SAC.



1.4 Áreas y funciones desempeñadas

Las áreas y funciones desempeñadas generando para ello la *tabla 1* en el cual se detalla el nombres de la empresa en el que se laboró, tipo de empresa, fecha en las que se trabajó, cargo que se ocupó, tiempo de servicio en la empresa y funciones desempeñadas

Tabla 1

Áreas y funciones desempeñadas

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	Grupo Matic SAC
Tipo de empresa	Consultoría e Ingeniería
Fecha	Junio 2021 - Actualidad
Área de trabajo	Geomensura
Cargo	Coordinador de Proyectos
Tiempo Acumulado	2 años + 03 Mes
Funciones Desempeñadas	Coordinar con los clientes los proyectos a ejecutar.
	Realizar propuestas Técnico Económicas de proyectos
	Realizar el plan de Trabajo.
	Controlar la ejecución del proyecto
	Designar tareas a los jefes y supervisores de Campo
	Revisar Los entregables al Cliente.
	Designar los equipos y recursos para los proyectos.

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	Geotupuy Perú SAC
Tipo de empresa	Consultoría e Ingeniería
Fecha	Abril 2019 a Mayo 2021
Área de trabajo	Geomensura
Cargo	Coordinador de Proyectos
Tiempo Acumulado	2 años + 02 Mes
Funciones Desempeñadas	Realizar propuestas Técnico Económicas de proyectos
	Realizar el plan de Trabajo.
	Controlar la ejecución del proyecto
	Designar tareas a los jefes y supervisores de Campo
	Revisar Los entregables al Cliente.
	Designar los equipos y recursos para los proyectos.

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	INARCS
Tipo de empresa	Consultoría e Ingeniería
Fecha	Septiembre 2018 a Marzo 2019
Cargo	Supervisor de Obra
Tiempo Acumulado	06 meses + 15 Días
Funciones Desempeñadas	Controlar el avance de obra
	Supervisar la ejecución de obra en el proyecto
	Firmar permisos de trabajo
	Planificar y designar el recurso Humano en las diferentes actividades del día

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	Jungle Service Peru S.A.C
Tipo de empresa	Consultoría e Ingeniería
Fecha	Agosto 2018 a Agosto 2018
Cargo	Topógrafo
Tiempo Acumulado	1 Mes
Funciones Desempeñadas	Georreferenciar los Levantamiento topográficos
	Realizar la red de control Horizontal y Vertical.
	Realizar el Levantamiento Topográfico
	Realizar el proceso de puntos en software Civil 3d
	Realizar Calculo de Volúmenes.

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	Municipalidad Distrital del Rímac
Tipo de empresa	Gobierno Local
Fecha	Marzo 2018 a Julio 2018
Cargo	Fiscalizador Tributario
Tiempo Acumulado	5 Meses
Funciones Desempeñadas	Buscar cartera de contribuyente para fiscalización
	Realizar la Fiscalización tributaria
	Realizar informe de diferencias de área y categorías de la propiedad
	Atención al Contribuyente.

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	Install ARQ
Tipo de empresa	Gobierno Local
Fecha	Septiembre 2017 a Febrero 2018
Cargo	Supervisor de obra

Tiempo Acumulado	5 Meses
Funciones Desempeñadas	Controlar el avance de obra
	Supervisar la ejecución de obra en el proyecto
	Firmar los permisos de trabajo
	Planificar y designar el recurso Humano en las diferentes actividades del día
	Presentar Valorización de la obra.

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	Municipalidad Distrital del Rímac
Tipo de empresa	Gobierno Local
Fecha	Marzo 2017 a Julio 2017
Cargo	Fiscalizador Tributario
Tiempo Acumulado	6 Meses
Funciones Desempeñadas	buscar cartera de contribuyente para fiscalización
	Realizar la Fiscalización tributaria insitu
	realizar informe de diferencias de área y categorías de la propiedad
	Atención al Contribuyente.

Áreas y funciones desempeñadas	
Nombre de la empresa	INBIOMA
Tipo de empresa	Gobierno Local
Fecha	Agosto 2014 a diciembre 2015
Cargo	Supervisor de Topografía
Tiempo Acumulado	1 año 5 meses
Funciones Desempeñadas	Georreferenciar los Levantamiento topográficos
	Realizar la red de control Horizontal y Vertical.
	Realizar el Levantamiento Topográfico
	Realizar el proceso de puntos en software Civil
	Realizar Calculo de Volúmenes.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

El presente informe elaboró teniendo como base los datos obtenidos durante la ejecución del proyecto *Elaboración del expediente técnico construcción de variante Tutumbaro reparación de nuevos sectores inestables de la Carretera: Quinua- San Francisco Tramo 2* cuya longitud abarca desde el kilómetro 78+500 – kilómetro. 172+40. considerándose para el desarrollo de la actividad específica el título de *Georreferenciación y Control Vertical de los sectores inestables en la carretera Quinua - San Francisco tramo 2*; en esta actividad específica veremos el método empleado en la georreferenciación y el método empleado en el control vertical, así como los resultados obtenidos de estos métodos, conclusiones y recomendaciones para este tipo de actividades.

2.1 Antecedentes del proyecto

La oficina General de Planeamiento y Presupuesto del Ministerio de Transportes y comunicaciones, aprueba el estudio de Factibilidad y otorga la viabilidad del proyecto de “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Quinua – San Francisco, Tramo II, Km 78+500 – Km 172+420, con Código SNIP N° 16256 mediante Memorandum N° 733-2008-MTC/09.02 del 31/03/2008 e informe N° 480-2008-MTC/09.02 del 3/03/2008.

El 28 de febrero del 2011 se aprueba mediante Resolución Directoral N° 172-2011-MTC/20 el estudio definitivo del proyecto “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Quinua – San Francisco, Tramo II km. 78+500 – km. 172+420 el cual fue elaborado por el consorcio WARI II (Ingeniería Dinámica S. A– Vera & Moreno S. A Consultores en Ingeniería)

2.2 Objetivos

Los objetivos del presente Informe, son:

- Establecer una Red de puntos georreferenciados que nos permitan ubicar de manera precisa los sectores Inestables.
- Establecer una Red de puntos de control Vertical (Bench Mark) en los Sectores Inestables.
- Identificar y establecer los enlaces a la red geodésica nacional.
- Obtener las coordenadas UTM y Topográficas de los puntos de control.

2.3 Definición de términos

Ajuste

Consiste en repartir los errores obtenidos a todos los datos (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Altura ortométrica

Es la distancia Vertical entre el Geoide y la Superficie Topográfica que recibe el nombre elevación Ortométrica (Dueñas, 2019)

Altura Elipsoidal

Es la Distancia vertical medida entre el elipsoide y la superficie Topográfica. Obtenidas mediante el posicionamiento Geodésico- (Dueñas, 2019)

Datum

Es un conjunto de parámetros que nos permiten ubicar, orientar y escalar el elipsoide con respecto a la superficie de la tierra, tomando como referencia un punto al cual se le denomina punto origen (Dueñas, 2019)

Estabilidad de Taludes

La estabilidad de los taludes se abordan fenómenos de estado último o de rotura de masas de suelo, teniendo siempre la existencia de fuerzas externas responsables de la inestabilidad como; fuerza de masa, el peso y efectos de filtración, a los que se suman factores como las sobre cargas pudiendo del tipo estáticas (Empuje) y dinámicas (Sismo) (Diego, 2018)

Estación de rastreo permanente (ERP)

Es un punto fijo con un receptor GNSS instalado en el y que graba señales de los satélites y la recepción en un centro de procesamiento. (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Efemérides GNSS

Es un conjunto de datos que nos da la posición de los satélites GNSS en un momento dado. (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Georreferenciación

Técnica de posicionamiento Espacial de una entidad en una localización geográfica, única y bien definidas en un sistema de coordenadas y datum específico

Geoide

Es la superficie equipotencial de la tierra que toma como origen el nivel medio del mar. (Dueñas, 2019)

Línea Base

Línea tridimensional que realiza la medición entre puntos con equipos GNSS los cuales tienen tiempos en común (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Mascara de Elevación

Es el ángulo mínimo configurado en equipos GNSS para capturar señales de los satélites este se configura según la ubicación del punto aceptando como máximo 13 (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Ondulación Geoidal

Es la separación vertical que existe entre el geoide y un punto en la superficie de la tierra se considera que en zonas de gran altitud la ondulación Geoidal es mayor. (Dueñas, 2019)

Post-procesamiento

Son resultados obtenidos como procesamiento de los datos de campo (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Red Geodésica

Es el conjunto de puntos de control, colocados sobre el terreno, entre los cuales se han realizado lecturas geodésicas, con el fin de determinar su precisión tanto en términos absolutos como relativos. (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

Sectores Inestables o sectores críticos.

Se denomina sectores inestables a aquellos sectores que presentan varios tipos de movimiento de masa los cuales se pueden dar en el talud superior, inferior o en plataforma, originando una deformación en la vía, perceptible físicamente (Rojas, 2020)

2.4 Ubicación del proyecto

El área del proyecto se emplaza entre el centro poblado de Challhuamayo (Km 78+500) y el distrito de San Francisco (Km 172+420), tramo en el que se encuentran los 32 Sectores Inestables Identificados en la Ruta PE-28B,.

En la siguiente tabla 2 se detalla con coordenadas UTM el inicio y final del tramo en estudio.

Tabla 2

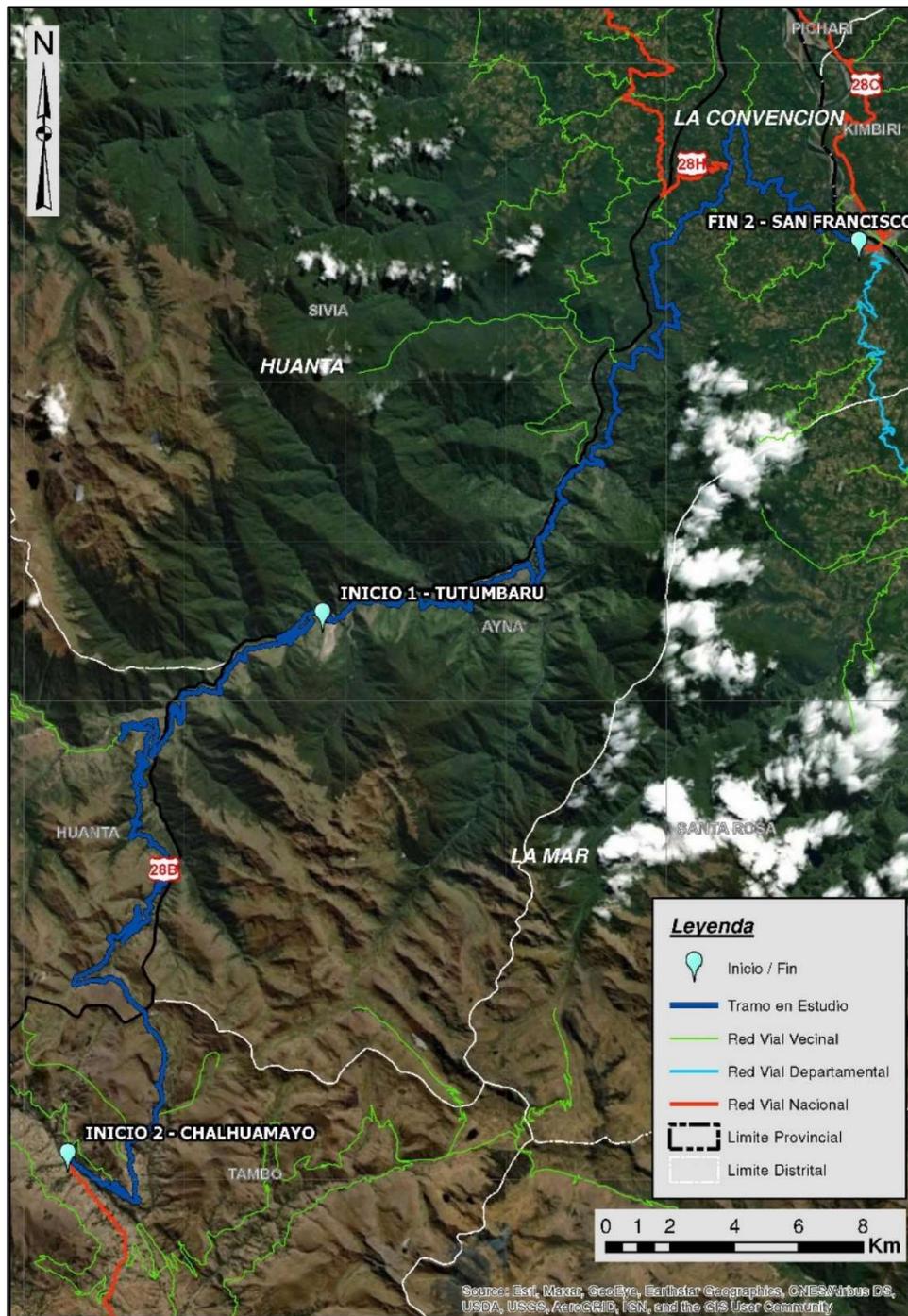
Ubicación de tramo estudiado en coordenadas UTM - zona 18 S WGS84

ID	Este (m)	Norte (m)	Progresiva	Referencia
Inicio	606351	8575686	Km 78+500	Challhuamayo
Fin	630974	8604266	Km 172+420	San Francisco

En la siguiente Figura 2 se observa el tramo 2 con color azul intenso que va desde el centro Poblado Challhuamayo al Distrito San Francisco.

Figura 2

Ubicación general del proyecto



2.5 Equipos y Materiales Utilizados durante del proceso de Georreferenciación y Control

Vertical.

Para Realizar los Trabajos de Georreferenciación se utilizaron los siguientes Equipos:

- Dos Receptores GNSS SOUTH Galaxy G1 Plus
- Una Estación Total Leica de 5"
- Cinco Trípodes
- Dos Tribach de Poligonal
- Dos Prismas Leica
- Cinco Radios Motorola

Para Realizar los Trabajos de Control Vertical se Utilizaron.

- Dos Niveles Leica Sprinter 150 M
- Cuatro Radios Motorola UHF
- Dos Trípodes
- Cuatro Reglas

2.6 Metodología para la Georreferenciación y Control Vertical

Para la ejecución del Trabajo se consideró la Aplicación de *La norma geodésica especificaciones técnicas para posicionamientos geodésicos estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global.*

2.6.1 Georreferenciación

2.6.1.1 Sistema de Referencia.

El trabajo en mención esta referido al sistema de referencias Global WGS84

2.6.1.2 Datum Planimétrico U Horizontal

Los trabajos topográficos están referidos al Sistema de Referencia WGS84, en proyección UTM, 18 Sur, partiendo de la Red Geodésica Horizontal Oficial del IGN sustentada en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 (ITRF 2000).

El Sistema de Referencia Geodésico Global WGS84, es un sistema geocéntrico elipsoidal, fundado y monitoreado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norte América, obtenido exclusivamente a partir de los datos de la constelación de satélites GPS. Los parámetros que identifican el sistema WGS84 son:

- Semieje mayor = $Sa=6378137.00$ m
- Aplanamiento = $f=1/298.257223563$
- Constante de Gravitación Geocéntrica = $GM=3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3\text{s}^{-2}$
- Velocidad Angular media de la Tierra = $\omega=7292115 \times 10^{-11}$ radianes/sec

2.6.1.3 Datum altimétrico o vertical

Las cotas de los trabajos efectuados están referenciados a la altura Ortométrica obtenida a partir de la altura elipsoidal y el modelo Geoidal EGM2008 con referencia a WGS84 de acuerdo con el National Geospatial Intelligence Agency (NGA). Los resultados se obtienen de la cuadrícula 1x1 minuto de la ondulación del Geoide.

2.6.1.4 Esquema de georreferenciación

- **Red ERP:** Conformada puntos de la estación de Rastreo Permanente ERP del Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- **Red Primaria:** Conformada por dos puntos Base del Proyecto los cuales se consideraron en este proyecto los puntos de la ERP por su cercanía al área de estudio.
- **Red Secundaria:** Conformada por los Pares de Puntos de Control establecidos a lo largo de la carretera con observación simultánea será entre uno o más Puntos Base de la Red Principal y dos (02) o más Puntos de Control del proyecto. Estos puntos se establecieron mediante la metodología GNSS Estático colocados a una distancia máxima de 5 km
- **Red de poligonal de Apoyo:** Conformado por los puntos de Poligonal de Apoyo, los cuales se establecieron en los sectores donde por su longitud o cercanía de sectores Inestables era necesario el establecimiento de las Poligonal de Apoyo.

2.6.2 Monumentación

2.6.2.1 Monumentación de Puntos de la Red Primaria

La monumentación de los puntos de la Red Primaria no se consideró en los Trabajos debido a que se tomaron como puntos el *CS03* y el *AY01* los cuales son Estaciones de Rastreo Permanente del Instituto Geográfico Nacional.

2.6.2.2 Monumentación de Puntos de la Red Secundaria

La monumentación de los Puntos de la Red Secundaria se estableció con monolitos de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.40 m con una placa de Bronce incrustado de 7 cm de diámetro, codificados con las inscripciones asignadas para el proyecto, además se consideró que los puntos de la Red Secundaria serian intervisibles entre sí.

2.6.2.3 Monumentación de Puntos de la poligonal de apoyo.

Para la monumentación de los puntos de la Poligonal de apoyo considero su Intervisibilidad entre sí, fácil accesibilidad y sin obstrucciones en elevación (arboles, edificaciones, etc.).

La monumentación se realizó envase a los términos de referencia dados para la ejecución del proyecto, los cuales determinan hitos de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.40 con fierro corrugado de media pulgada ($\varnothing 1/2''$) (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

2.6.2.4 Monumentación de Puntos de Control Vertical. (BM)

Se monumento los BM de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.40 con fierro corrugado de media pulgada ($\varnothing 1/2''$) cada 500 metros, estos hitos no necesariamente cuentan con visual entre ellos, pero si deben contar con los criterios de fácil accesibilidad y duración.

2.6.3 Punto de enlace a la red Geodésica Nacional

La red geodésica del presente proyecto, se encuentran georreferenciado a la red geodésica del Instituto Geográfico Nacional a través de las estaciones de rastreo permanente, que se muestran en la siguiente Tabla 1

Tabla 3

Coordenadas Geográficas de los puntos de enlace

Código	Coordenadas Geográficas			Distancia al Proyecto	
	Latitud (S)	Longitud (O)	Altura Elipsoidal	Inicio (Challhuamayo)	Fin (San Francisco)
CS03	12°31'10.90829''	73°49'45.65867''	639.9283	45.5 Km	12.0 Km
AY01	13°09'33.54241''	74°13'35.88053''	2,800.2108	38.0 Km	75.6 Km

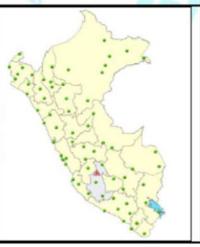
Nota. La tabla muestra las coordenadas Geográficas y altura Elipsoidal de los puntos las

Estaciones de Rastro Permanente del Instituto Geográfico Nacional

La figura número 3, muestra las fichas de los puntos geodésicos de la Red Geodésica Nacional.

Figura 3

Ficha de Estación de Rastreo Permanente del IGN

 INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO			
FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE			
0. DATOS GENERALES:			
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico		
Realizado:	30 de noviembre de 2020		
Versión:	3.1.0		
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:			
Nombre:	Ayacucho		
Código Nacional:	AY01		
Código Internacional:	42225M001		
Inscripción:	Placa de bronce		
Orden de la estación:	"0"		
Fecha de monumentación:	13 de marzo de 2009		
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:			
Departamento:	Ayacucho		
Provincia:	Huamanga		
Distrito:	Ayacucho		
Ubicación de la estación:	Gobierno Regional de Ayacucho		
CROQUIS DE UBICACIÓN			
			
FECHA: 11/11/2021 15:52 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: R001-001665 AY01 1 4			
 INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO			
FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE			
0. DATOS GENERALES:			
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico		
Realizado:	30 de noviembre de 2020		
Versión:	3.1.0		
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:			
Nombre:	Pichari		
Código Nacional:	CS03		
Código Internacional:	42237M001		
Inscripción:	Placa de bronce		
Orden de la estación:	"0"		
Fecha de monumentación:	8 de diciembre de 2009		
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:			
Departamento:	Cusco		
Provincia:	La Convención		
Distrito:	Pichari		
Ubicación de la estación:	Municipalidad Distrital de Pichari		
CROQUIS DE UBICACIÓN			
			
FECHA: 15/10/2021 15:15 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: N° R001-001198 CS03 1 4			

Nota: La ficha muestra datos de las estaciones de rastreo permanente AY01 y CS03

2.6.4 Red geodésica primaria

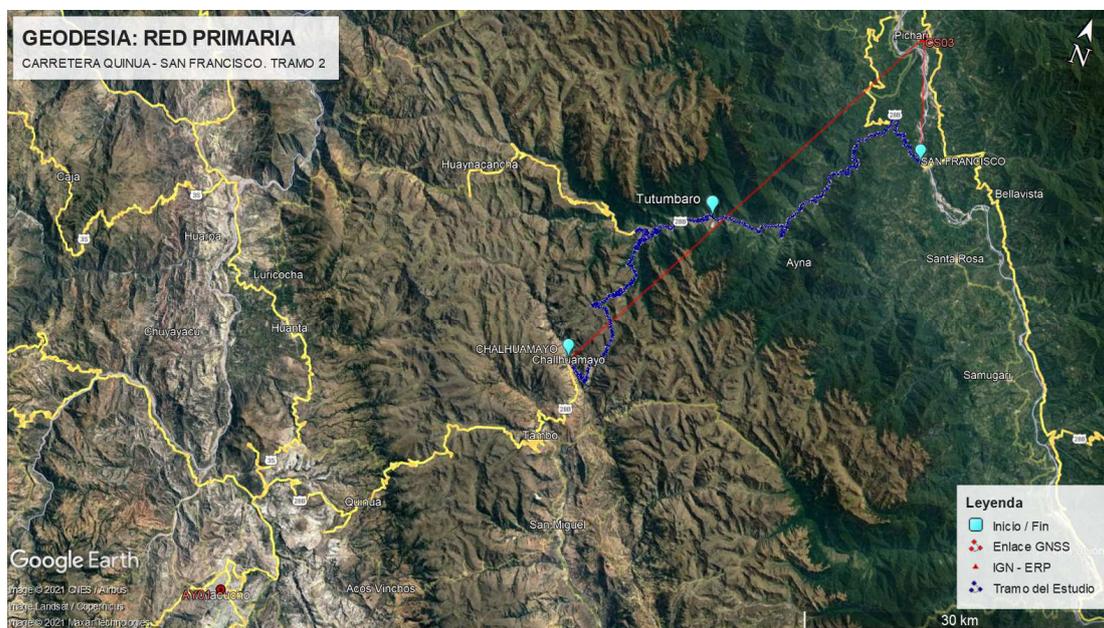
Los Puntos Base, se deben establecer en ubicaciones estratégicas que permitan una buena recepción satelital para el enlace a los Puntos de Control de la Red Secundaria.

Para el enlace, se debe realizar el método estático, que consiste en georreferenciar mediante enlace GNSS a un punto geodésico de Orden “0” de la Red de Estaciones de Rastreo Permanente (ERP) del IGN, que se encuentre a una distancia, no mayor a 100 Km. al punto geodésico que se quiere establecer, considerando tiempos continuo de observación no menor a 900 épocas.

La figura 4 muestra el enlace entre el punto inicial y final del tramo 2 con la estación de rastreo permanente CS03.

Figura 4

Enlace Geodesico a red primaria



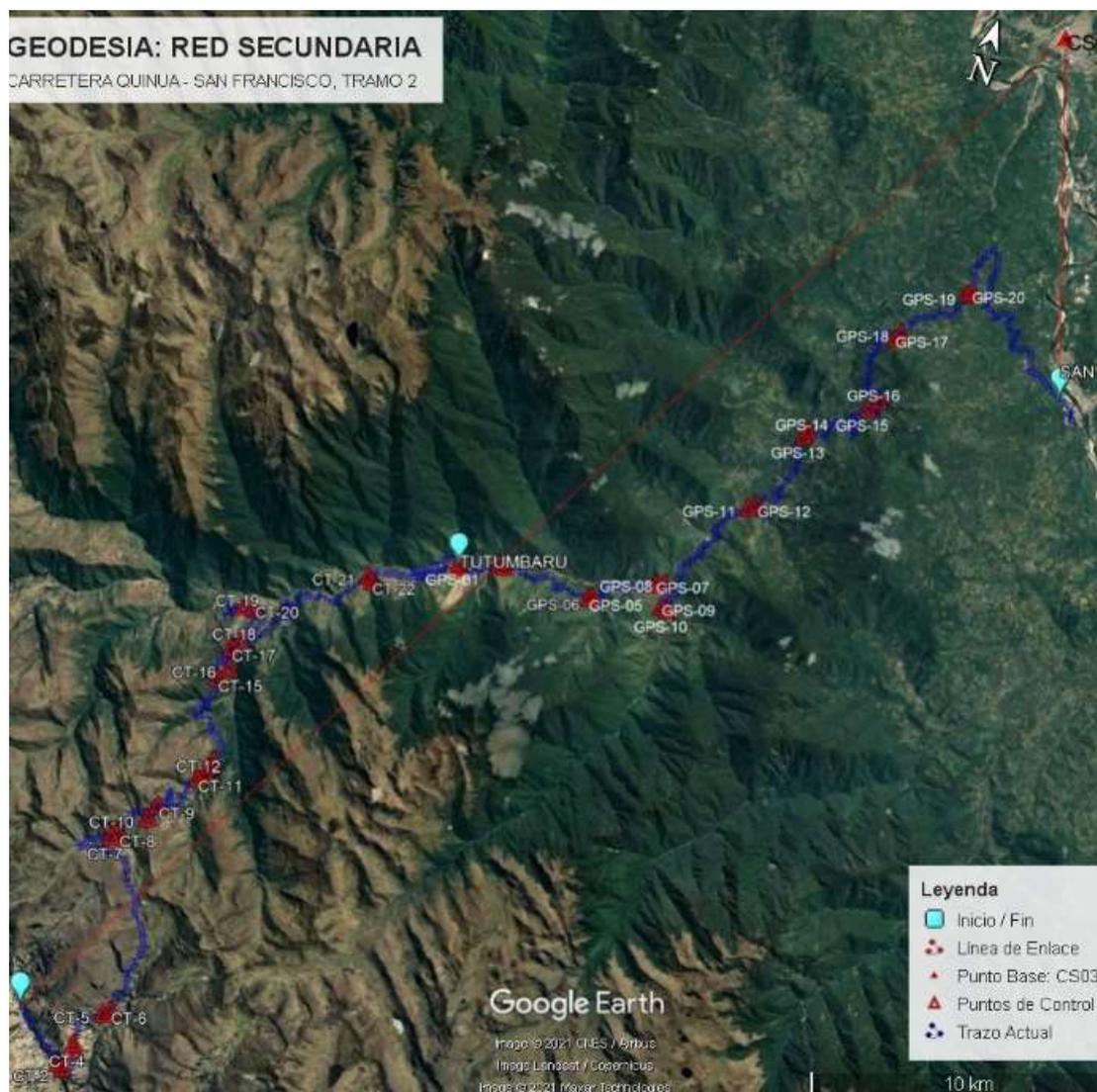
2.6.5 Red Geodésica Secundaria

Para establecer la Red Secundaria Conformada por los Puntos de Control, se utilizó el método estático para puntos de orden “C” de la “Norma Técnica Geodésica de Especificaciones de Posicionamiento Geodésico estático Relativo con receptores del sistema satelital de navegación global”. Que consiste en georreferenciar mediante enlace GNSS a un Punto Base de la Red Primaria, que se encuentren a una distancia, no mayor a 100 Km. al punto geodésico que se quiere establecer, considerando tiempos de observación no menor a 900 épocas. (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

La figura 5 muestra los puntos de la red secundaria con referencia a la estación de rastreo permanente CS03.

Figura 5

Enlace geodésico a red secundaria



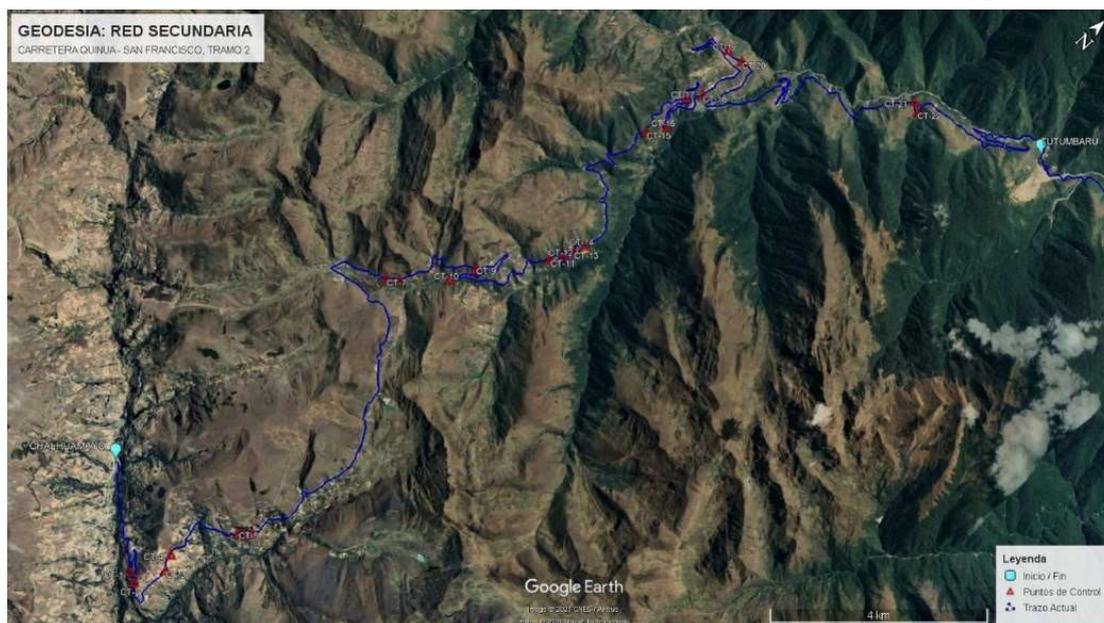
Se estableció veintidós (22) Puntos de Control, codificados desde el CT-01 al CT-22, distribuidos en quince (15) sectores críticos, en dirección desde Challhuamayo a Tutumbaro, considerando tiempo de observación de lectura en simultaneo entre 3:00 y 4:00 horas, con el Punto Base.

Estos Puntos de Control, se enlazaron al Punto Base *CS03*, a excepción de los Puntos CT-13 y CT-14, que se enlazaron al Punto Base *AY01*, debido a que el Punto Base *CS03* no registro datos el día de observación.

La figura 6 se muestra la ubicación de los puntos de la red secundaria del tramo Challhuamayo – Tutumbaro.

Figura 6

Puntos de Control: Challhuamayo - Tutumbaro

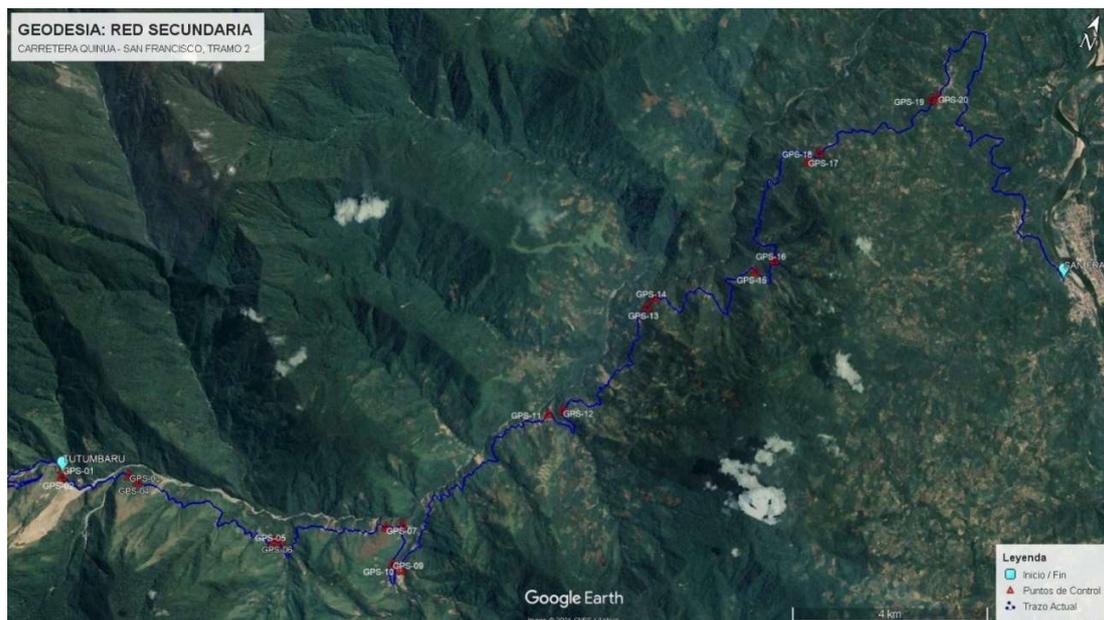


Se estableció veintidós (22) Puntos de Control, codificados desde el GPS-01 al GPS-22, distribuidos a lo largo de diecisiete (17) Sectores Inestables, en dirección desde Tutumbaro a San Francisco, que se enlazaron al Punto Base CS03, considerando tiempo de observación de lectura en simultaneo no menor de 2:00 horas.

La figura 7 se muestra la ubicación de los puntos de la red secundaria del tramo Tutumbaro – San Francisco

Figura 7

Puntos de Control: Tutumbaro – San Francisco



Nota: La marca triangular con color rojo muestra la ubicación de los puntos de control mientras que la marca de color magenta nos muestra el inicio y final del tramo.

2.6.5.1 Observación GNSS

Luego de la monumentación de los dos Puntos Geodésico, se realizó la observación geodesia de los Puntos Base, con Equipos GNSS mediante el método estático diferencial según las recomendaciones de la Norma Técnica Geodésicas las cuales nos indica tener para puntos de orden “C” a los cuales están referidas las Observaciones de la Red Secundaria, debe de tener 900 registros o épocas de conciencia con la base y no menor a 1”. (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

2.6.5.2 Post proceso geodésico

El procesamiento de la información satelital de los receptores GPS, inicia con el postproceso de Líneas-Base utilizando el programa Trimble Business Center que procesa la información generada a través de las estaciones GPS+GNSS con el método Estático relativo

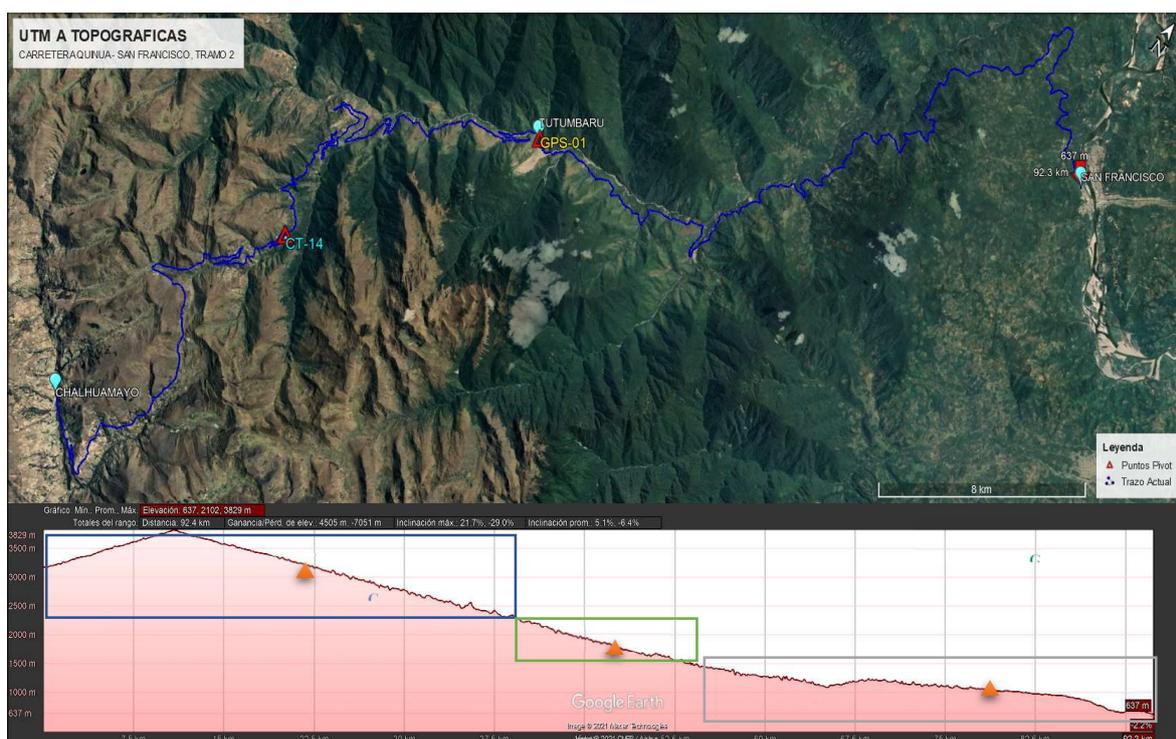
2.6.5.3 Transformación de coordenadas UTM a Topográficas

Para realizar la conversión del Sistema de Coordenadas UTM al Sistema de Coordenadas Topográficas (Planas), se necesitaron 03 Puntos Base (Pivot), debido a la longitud y variación altitudinal del trazo de la carretera, los cuales será el origen del Plano Topográfico:

En la figura 8 se puede observar la toda la longitud del área de estudio además de su perfil la fuerte diferencia de alturas

Figura 8

Perfil: Tutumbaro – San Francisco



Nota: las marcas Naranjas representan los puntos pivot que se tomaron para la transformación de coordenadas.

La tabla 4 detalla las coordenadas UTM de los puntos de Pívor así como la longitud que afecta afectada por este.

Tabla 4*Puntos de Control ubicados como base Pivot*

Coordenadas UTM 18 South (75 W) – WGS 1984					
Nro.	Código	Norte	Este	Altura Elipsoidal	Descripción
01	CT-14	8,584,717.885	609,358.541	3,186.298	78+500 al 118+500
02	GPS-01	8,592,758.936	614,222.468	1,764.590	118+500 al 136+500
03	GPS-15	8,601,829.022	625,008.666	1,149.932	136+500 al 172+420

El procedimiento de Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas se detalla a continuación:

- Calcular la Distancia UTM y Azimut de cada Línea desde el Punto PIVOT a cada Punto de Control.
- Calcular la Factor de Escala(K) y Factor de Reducción al Nivel Mar (FRNM) de cada Punto de Control
- Calcular el Factor Combinado, definido como el producto de los factores K y FRNM.
- Calcular la Distancia Topográfica, mediante la multiplicación de la Distancia UTM y el Factor Combinado.
- Calcular la Proyección Topográfica (Norte y Este), por descomposición de la Distancia Topográfica y el Azimut.
- Calcular la Coordenada Topográfica del Punto Referencia, mediante la suma de la Coordenada del Punto PIVOT y la Proyección Topográfica.

2.6.5.4 Control de calidad de la Red Secundaria.

El control de calidad de los pares de puntos de la red secundaria se realizó con la lectura directa la estación total para posteriormente realizar la comparación con la distancia topográfica calculada.

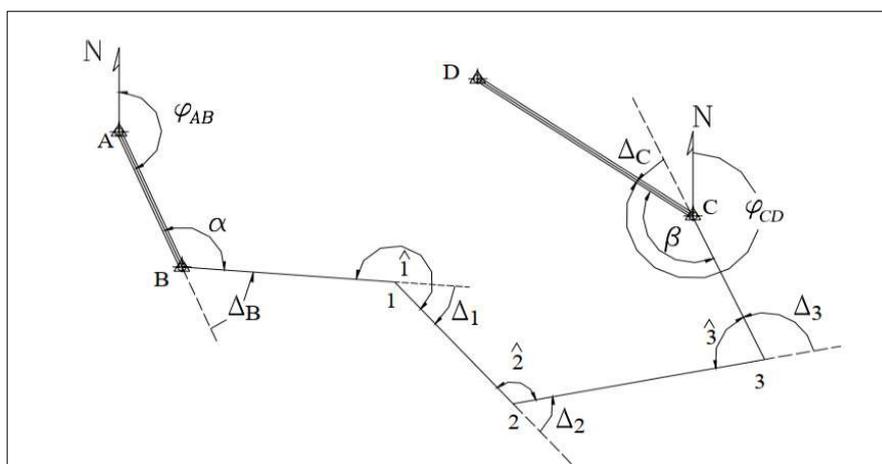
2.6.6 Poligonal de Apoyo

Se realizo tres poligonales de apoyo, con el método de poligonal abierta o de enlace con control de cierre, por lo que se conoce tanto el punto inicial y punto final como la orientación de las alineaciones inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre Angular y lineal (Matera, 2002)

La figura 9 muestra un esquema de cómo es una poligonal abierta con puntos de control.

Figura 9

Poligonal abierta



Nota: los puntos A y B son puntos de control geodésicos de partida, mientras que los puntos 1;2;3 son punto de la poligonal de apoyo la cual llega a los puntos C y D que son puntos geodésicos de partida.

Para las lecturas de ángulos se utilizó el método de reiteración y para las medidas horizontales de distancias el método electrónico de distancias. (MED)

Las poligonales de apoyo establecidas son

1. Poligonal 01 – Tutumbaro: Conformado por 07 Puntos o vértices de Poligonal en una longitud de 1.40 Km.
2. Poligonal 02 – Machente: Conformado por 18 Puntos de Poligonal en una longitud de 4.00 Km.
3. Poligonal 03 – Rosario: Conformado por 13 Puntos de Poligonal en una longitud de 2.8 Km.

La figura 10, nos deja observar la distribución de los siete (7), puntos de la poligonal de apoyo. y de los puntos de control de la red secundaria GPS-01, GPS-02, GPS-03 y GPS-04, colocados en el sector Tutumbaro

Figura 10

Vista de la Poligonal 01



La figura 11, nos deja observar la distribución de los dieciocho (18) puntos de la poligonal de apoyo. Y de los puntos de control de la red secundaria GPS-07, GPS-08, GPS-11 y GPS-12.

Figura 11

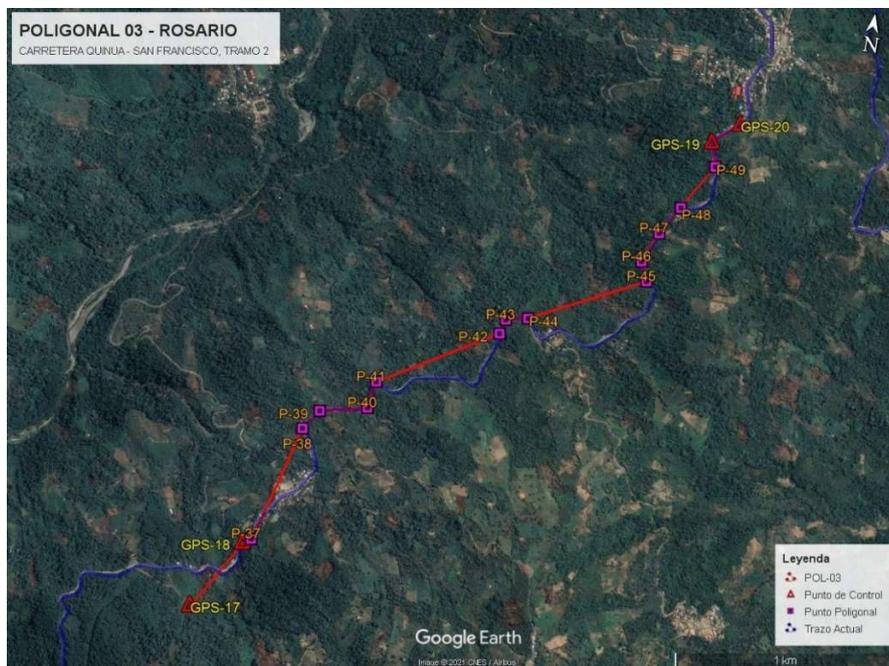
Vista de la Poligonal 02



La figura 12, nos deja observar la distribución de los trece (13) puntos de la poligonal de apoyo. y de los puntos de control de la red secundaria GPS-17, GPS-18, GPS-19 y GPS-20.

Figura 12

Vista de la Poligonal 03



En resumen, se estableció 38 vértices distribuidos en 03 Poligonales de Apoyo.

2.6.6.1 Ajuste de poligonal Topográfica

Para realizar el cálculo de poligonal se utilizó como datos lo siguiente:

- Coordenadas de los Puntos Geodésicos de Inicio (Azimut de Salida)
- Coordenadas del los Puntos Geodésicos de Fin (Azimut de Llegada)
- Medidas de los Ángulos y Distancias horizontales (D.H.). tomadas en la poligonal

Así mismo para realizar el cálculo de poligonales se realizan las siguientes operaciones

1. Cálculo y compensación del Error de Cierre angular
2. Cálculo de acimut o rumbos entre alineaciones (Ley de Propagación de acimuts)

3. Cálculo de Proyección de los lados.
4. Cálculo del error lineal
5. Cálculo de las coordenadas de los vértices. (Matera, 2002)

El cálculo de coordenadas topográficas de cada una de las 03 Tramos de Poligonal, se encuentra debidamente sustentado y compensado, tal como se muestra en el *Anexo B.1*

2.6.6.2 Ajuste de coordenadas UTM

Para el cálculo de coordenadas UTM utilizamos el factor combinado para corregir las distancias horizontales.

$$D. C. = D. H. * F. C.$$

Donde:

D.H. = Distancia Horizontal

F.C. = Factor Combinado

D.C. = Distancia de Cuadrícula o Combinada.

El dato del Factor Combinado se obtiene de la multiplicación del Factor de Escala y Factor de Reducción al mar, que son calculados en la Transformación UTM-Topográfica de la Línea Base

Tomando esta consideración, el procedimiento para el cálculo de coordenadas en UTM, es similar al procedimiento anteriormente descrito, variando el dato de azimuth de salida y llegada ahora calculadas a partir de las coordenadas UTM de cada par de puntos de inicio y fin de la poligonal; y la distancia combinada.

El cálculo de coordenadas UTM de cada una de las 03 Tramos de poligonales, se encuentra debidamente sustentado y compensado, tal como se muestra en el *Anexo B.1*

2.6.7 Control vertical

Para el control vertical o altimétrico se utilizó el método de nivelación geométrica el cual determina directamente el desnivel entre dos puntos con la obtención de un plano horizontal; este método es el más preciso y el más usado y consta en llevar la nivelación desde el BM conocido hasta el punto a establecer realizando una serie de cambios para llegar al siguiente BM desde donde se realiza el retorno hacia el punto de salida a fin de ajustar los cálculos de nivelación. (Dueñas, 2019)

2.6.7.1 Bench Mark (BM) del proyecto.

El Bench Marck del proyecto es el punto “GPS-01”, por lo que no se encontró en la zona un punto de cota absoluta que pertenezca a la Red de Nivelación Nacional. El Bench Mark del proyecto se ubica en el centro poblado de Tutumbaro como se muestra en la siguiente ficha técnica en la que se muestra la elevación Geoidal la cual será tomada como cota de referencia para el proyecto

La figura 13, se aprecia la ficha del punto GPS-01 que pertenece a la red secundaria del proyecto, en el que se observa la elevación Geoidal la cual será tomada como punto de partida para el control vertical del proyecto.

Figura 13

Ficha del BM Base: GPS-01

EXPEDIENTE TÉCNICO CONSTRUCCION DE VARIANTE EN EL SECTOR TUTUMBARO Y REPARACIÓN DE NUEVOS SECTORES INESTABLES DE LA CARRETERA: QUINUA - SAN FRANCISCO, TRAMO 2			
FICHA TÉCNICA DE PUNTO DE CONTROL			
CÓDIGO DEL PUNTO:	GPS - 01		ORDEN : C
COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS UTM 18 South	
Latitud:	S12°43'39.28342"	Norte :	8592758.936
Longitud:	073°56'52.36315"	Este :	614222.468
Altura Elipsoidal (WGS-84)	1764.5899	Elevación:	1726.9575
Factor de Escala Combinado		0.9994840434	
Departamento :	Provincia :	Distrito :	Avenida/Calle/Lugar/Carretera :
AYACUCHO	HUANTA	SIVIA	VIA PE-28 B KM 127 + 660 C.P TUTUMBARU
			
			
Descripción: El punto geodésico denominado GPS - 01, se encuentra ubicado al lado Derecho de la Vía PE 28 B en el Km 127+660 C.P Tutumbaru, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho. El punto es un hito de concreto de 30x30x40 incrustado con una placa de bronce al centro. Lleva la siguiente inscripción: <i>GPS-01</i> .			
Descrito / Establecida por:		Revisado por :	Fecha :
Nilix Huatangare		Manuel Gomez	30/10/2021

2.7 Resultados. Georreferenciación

2.7.1 Resultados de Monumentación

2.7.1.1 Resultados de la Monumentación de la Red Primaria.

Como resultado de la monumentación de la Red primaria puntos Base se considera a las Estaciones de Rastreo Permanente del Instituto Geográfico Nacional *CS03* y *AY01*

2.7.1.2 Resultados de la Monumentación de la Red Secundaria.

Se monumento cuarenta y cuatro (44) hitos para la red Secundaria los cuales se dividieron en dos Tramos:

Tramo Challhuamayo – Tutumbaro. Con veinte dos (22) hitos monumentados de la red secundaria. las cuales cuentan con placa de bronce y contienen codificación que va desde el CT-01 al CT-22.

Tramo Tutumbaro – San Francisco Con veinte dos (22) hitos monumentados de la red secundaria. las cuales cuentan con placa de bronce y contienen codificación que va desde el GPS-01 al GPS-22.

2.7.1.3 Resultados de la Monumentación de puntos de la poligonal de apoyo

Para la monumentación de la poligonal de apoyo se consideró 2 tramos:

Tramo Challhuamayo – Tutumbaro no se consideró la monumentación de puntos de poligonal de Apoyo.

Tramo Tutumbaro – San Francisco se consideró la construcción de 38 hitos con codificación P-01 al P-38

2.7.1.4 Resultados de la Monumentación de puntos de control Vertical

Se monumento ciento cuarenta (140), puntos de control Vertical conocidos también como Bench Mark (BM) en dos Tramos

Tramo Challhuamayo – Tutumbaro se monumento ochenta y nueve 89 hitos con la Codificación que va desde el BM-V1 al BM-V89 y un (01) hito auxiliar.

Tramo Tutumbaro - San Francisco se monumento cincuenta (50) hitos con la codificación que va desde el BM-01 al BM-50

2.7.2 *Resultados del Punto de enlace a la Red Geodésica Nacional.*

Durante el enlace de los puntos de la red secundaria también conocidos como puntos de control las estaciones de rastreo permanente ERP se mantuvieron con conectividad a acepción del día 28/10/2021 en el que la estación de Rastreo *CS03* no emitió Señal por lo que los puntos CT-13 y CT-14 se enlazaron a la estación de Rastreo Permanente *AY01*

2.7.3 *Resultados de la Red Geodésica Primaria*

En el Proyecto en mención se consideró la Morfología del Terreno, la distancia y debido a que el Trazo, se encuentra en una zona de montañas altas, vegetación densa y taludes inestables, se determinó escoger como puntos de la red primaria o puntos base a los puntos de la estación de Rastreo permanente *CS03* y *AY01* cuya precisión es de orden cero y sus coordenadas se adjuntan en la siguiente Tabla

Tabla 5

Coordenadas de los Puntos Base de la Red Geodésica Primaria

Coordenadas UTM 18 South (75 W) – WGS 1984				
Nro.	Código	Norte	Este	Altura Ortométrica
01	CS03	8,615,696.530	627,194.677	605.8589
02	AY01	8,545,117.084	583,813.398	2762.7032

Nota. La tabla contiene coordenadas en UTM de las estaciones de rastreo permanente que para el proyecto sirvieron a su vez como punto Base que pertenecen a la red geodésica primaria.

2.7.1 Resultados de la Red Geodésica Secundaria

Las observaciones geodésicas de los puntos de control en los tramos Challhuamayo – Tutumbaro y Tutumbaro – San Francisco. Muestran en un 95% tiempos mayores a 3 horas y en un 5% tiempos entre 2 a 3 horas, con distancias entre las bases y los puntos de control no mayores a 50 km como se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Datos de observación y enlace geodésico Tramo Challhuamayo - Tutumbaro

Punto Observado	Fecha	Hora de Inicio	Hora de Fin	Duración	Longitud (m)
CT-01	31/10/2021	13:09:02	16:57:07	03:48:05	45,403.915
CT-02	31/10/2021	12:59:42	16:59:42	04:00:00	45,389.437
CT-03	31/10/2021	08:51:57	12:53:12	04:01:15	44,738.782
CT-04	31/10/2021	08:44:02	12:48:37	04:04:35	44,523.016
CT-05	30/10/2021	13:04:32	16:59:17	03:54:45	43,207.652
CT-06	30/10/2021	12:57:47	17:01:22	04:03:35	42,981.933
CT-07	30/10/2021	08:41:57	12:40:27	03:58:30	39,394.741
CT-08	30/10/2021	08:32:22	12:39:57	04:07:35	39,173.905
CT-09	29/10/2021	09:37:02	13:46:52	04:09:50	37,793.185
CT-10	29/10/2021	09:23:07	14:33:57	05:10:50	38,301.326
CT-11	28/10/2021	13:38:12	16:49:17	03:11:35	36,436.999
CT-12	28/10/2021	13:38:12	16:38:22	03:00:10	36,175.601
CT-13	28/10/2021	08:31:52	12:02:32	03:30:40	46,931.854
CT-14	28/10/2021	08:33:52	11:58:12	03:24:20	47,138.555
CT-15	22/10/2021	08:06:27	12:36:52	04:30:25	34,189.435
CT-16	22/10/2021	07:57:37	12:05:07	04:07:30	33,778.549
CT-17	22/10/2021	12:45:52	16:54:07	04:08:15	33,302.752
CT-18	22/10/2021	12:32:07	16:56:57	04:24:50	32,993.241
CT-19	21/10/2021	12:57:57	17:04:37	04:06:40	32,352.970
CT-20	21/10/2021	12:46:57	17:10:17	04:23:20	32,119.839

Punto Observado	Fecha	Hora de Inicio	Hora de Fin	Duración	Longitud (m)
CT-21	21/10/2021	07:52:32	11:56:47	04:04:15	28,792.238
CT-22	21/10/2021	07:41:52	11:52:22	04:10:30	28,787.921

Nota. Todos los puntos Observados a excepción del CT-13 y CT-14 tienen como base de referencia la estación de rastreo permanente CS03 y los ya mencionados el punto base

AY01

El Tramo Tutumbaro a San Francisco, se registró las siguientes Observaciones. Con tiempos no menores a 2 horas y longitudes entre base primaria y secundaria no mayor de 30 km.

Tabla 7

Datos de observación y enlace geodésico Tramo Tutumbaro - San Francisco

Punto Observado	Fecha	Hora de Inicio	Hora de Fin	Duración	Longitud (m)
GPS-01	08/10/2021	07:41:02	10:59:57	03:18:55	26,357.476
GPS-02	08/10/2021	07:55:47	10:59:32	03:03:45	26,456.500
GPS-03	08/10/2021	11:15:12	14:29:57	03:14:45	25,444.172
GPS-04	08/10/2021	11:27:37	14:30:02	03:02:25	25,382.387
GPS-05	08/10/2021	14:45:27	17:55:52	03:10:25	24,251.304
GPS-06	08/10/2021	14:49:12	17:56:22	03:07:10	24,160.507
GPS-07	09/10/2021	07:07:02	09:59:12	02:52:10	22,561.803
GPS-08	09/10/2021	07:07:37	09:59:47	02:52:10	22,336.816
GPS-09	12/10/2021	06:47:12	10:02:02	03:14:50	23,043.058
GPS-10	12/10/2021	07:01:27	10:05:37	03:04:10	23,033.610
GPS-11	09/10/2021	10:22:37	13:28:12	03:05:35	18,797.860
GPS-12	09/10/2021	10:26:27	13:30:52	03:04:25	18,550.640
GPS-13	09/10/2021	13:47:12	16:58:37	03:11:25	15,893.818
GPS-14	09/10/2021	13:50:57	17:03:22	03:12:25	15,656.331
GPS-15	10/10/2021	07:24:32	10:27:37	03:03:05	14,041.598
GPS-16	10/10/2021	07:27:12	10:31:47	03:04:35	13,646.649
GPS-17	10/10/2021	10:59:42	14:04:07	03:04:25	11,623.036

Punto Observado	Fecha	Hora de Inicio	Hora de Fin	Duración	Longitud (m)
GPS-18	10/10/2021	10:51:07	13:57:47	03:06:40	11,327.693
GPS-19	12/10/2021	10:54:27	13:04:12	02:09:45	9,237.471
GPS-20	12/10/2021	10:52:22	13:02:52	02:10:30	9,145.357
GPS-21	18/10/2021	11:29:57	14:42:02	03:12:05	15,084.048
GPS-22	18/10/2021	11:13:32	14:46:47	03:33:15	15,013.749

Nota. Los datos observados tienen como base de referencia la estación de rastreo permanente *CS03*.

2.7.1.1 Resultados del Post Proceso Geodésico

Los Resultados del post proceso de la red Secundaria arrojaron precisiones horizontales milimétricas y precisiones verticales al centímetro ($\pm 5 \leq$), las cuales serán corregidas al realizar el control vertical.

A continuación, se muestran las tablas 8 con coordenadas geográfica, UTM y altura elipsoidal de los puntos correspondientes a la red secundaria en el tramo Challhuamayo – Tutumbaro.

Tabla 8

Coordenadas UTM y geográficas de la red secundaria Tramo Challhuamayo - Tutumbaro

Código	Coordenadas UTM 18S		elevación	Latitud			Longitud			Altura
	Norte	Este	Geoidal	G	M	S	G	M	S	Elipsoidal
CS03	8,615,696.530	627,194.677	605.859	12	31	10.90829	73	49	45.65867	639.928
CT-01	8,574,554.514	608,013.743	3,318.353	12	53	32.62026	74	00	15.89737	3,357.637
CT-02	8,574,485.087	608,197.904	3,380.072	12	53	34.85679	74	00	09.77828	3,419.350
CT-03	8,575,084.851	608,450.665	3,459.105	12	53	15.30302	74	00	01.46953	3,498.369

Código	Coordenadas UTM 18S		elevación	Latitud			Longitud			Altura
	Norte	Este	Geoidal	G	M	S	G	M	S	Elipsoidal
CT-04	8,575,386.349	608,313.890	3,478.754	12	53	05.50686	74	00	06.04627	3,518.021
CT-05	8,576,572.132	608,882.540	3,571.677	12	52	26.83863	73	59	47.33357	3,610.897
CT-06	8,576,739.774	609,056.901	3,586.387	12	52	21.35986	73	59	41.57074	3,625.595
CT-07	8,581,675.216	607,350.687	3,598.955	12	49	40.93020	74	00	38.80450	3,638.091
CT-08	8,581,828.493	607,526.240	3,588.385	12	49	35.91921	74	00	33.00093	3,627.503
CT-09	8,582,961.978	608,323.468	3,500.510	12	48	58.92513	74	00	06.70242	3,539.517
CT-10	8,582,486.400	608,131.390	3,394.270	12	49	14.42899	74	00	13.01249	3,433.315
CT-11	8,584,075.571	609,106.955	3,267.591	12	48	22.57965	73	59	40.85917	3,306.468
CT-12	8,584,301.569	609,238.106	3,250.442	12	48	15.20696	73	59	36.53850	3,289.295
CT-13	8,584,515.533	609,291.006	3,221.114	12	48	08.23589	73	59	34.81163	3,259.949
CT-14	8,584,717.885	609,358.541	3,147.482	12	48	01.64094	73	59	32.59788	3,186.298
CT-15	8,587,035.145	608,569.143	2,924.921	12	46	46.31549	73	59	59.07628	2,963.644
CT-16	8,587,409.515	608,747.025	2,788.074	12	46	34.10763	73	59	53.22510	2,826.753
CT-17	8,588,094.962	608,574.215	2,860.675	12	46	11.81850	73	59	59.04378	2,899.319
CT-18	8,588,332.456	608,775.491	2,727.925	12	46	04.06291	73	59	52.39944	2,766.532
CT-19	8,589,304.995	608,493.748	2,563.632	12	45	32.44279	74	00	01.86691	2,602.191
CT-20	8,589,362.944	608,816.507	2,544.371	12	45	30.51605	73	59	51.17137	2,582.894
CT-21	8,591,442.102	611,691.595	2,051.791	12	44	22.47486	73	58	16.10487	2,089.834
CT-22	8,591,328.053	611,879.575	2,034.433	12	44	26.16279	73	58	09.85685	2,072.466
AY01	8,545,117.084	583,813.398	2,762.7032	13	09	33.54241	74	13	35.88053	2,800.2108

Para el tramo Tutumbaro – San Francisco se utilizó solo una base la cual es la estación de rastreo permanente de código CS03 obteniendo los valores que se observan en la tabla 9.

Tabla 9

Coordenadas UTM y Geográficas de la Red Secundaria Tramo Tutumbaro – San Francisco

Código	Coordenadas UTM 18S		elevación	Latitud			Longitud			Altura
	Norte	Este	Geoidal	G	M	S	G	M	S	Elipsoidal
CS03	8,615,696.530	627,194.677	605.859	12	31	10.90829	73	49	45.65867	639.928
GPS-01	8,592,758.936	614,222.468	1,726.958	12	43	39.28342	73	56	52.36315	1,764.590
GPS-02	8,592,621.101	614,265.492	1,724.114	12	43	43.76412	73	56	50.91813	1,761.755
GPS-03	8,593,144.783	615,424.260	1,647.668	12	43	26.56542	73	56	12.56862	1,685.123
GPS-04	8,593,108.286	615,629.359	1,660.468	12	43	27.72606	73	56	05.76347	1,697.903
GPS-05	8,593,062.876	618,500.271	1,462.448	12	43	28.81668	73	54	30.57051	1,499.561
GPS-06	8,593,120.685	618,603.247	1,455.032	12	43	26.92102	73	54	27.16437	1,492.127
GPS-07	8,594,190.085	620,390.725	1,347.768	12	42	51.86763	73	53	28.05116	1,384.534
GPS-08	8,594,335.946	620,679.361	1,327.603	12	42	47.08001	73	53	18.50241	1,364.319
GPS-09	8,593,560.642	620,810.146	1,297.647	12	43	12.29667	73	53	14.05650	1,334.440
GPS-10	8,593,513.365	621,011.449	1,292.881	12	43	13.80739	73	53	07.37567	1,329.657
GPS-11	8,597,522.153	622,408.737	1,092.980	12	41	03.13271	73	52	21.62429	1,129.120
GPS-12	8,597,718.469	622,636.929	1,149.746	12	40	56.71085	73	52	14.08793	1,185.836
GPS-13	8,600,286.698	623,315.682	1,204.026	12	39	33.02382	73	51	51.95778	1,239.754
GPS-14	8,600,514.599	623,383.015	1,195.044	12	39	25.59654	73	51	49.75878	1,230.741
GPS-21	8,600,829.607	624,662.803	1,141.360	12	39	15.16168	73	51	07.38462	1,176.880
GPS-22	8,600,878.690	624,796.241	1,136.532	12	39	13.54507	73	51	02.96888	1,172.032
GPS-15	8,601,829.022	625,008.666	1,114.550	12	38	42.58322	73	50	56.06651	1,149.932
GPS-16	8,602,189.056	625,270.209	1,100.502	12	38	30.82735	73	50	47.45040	1,135.822
GPS-17	8,604,271.999	625,068.615	1,091.159	12	37	23.06044	73	50	54.43555	1,126.296
GPS-18	8,604,545.342	625,215.890	1,028.253	12	37	14.14259	73	50	49.59445	1,063.351
GPS-19	8,606,467.667	626,841.416	996.576	12	36	11.34074	73	49	56.00613	1,031.363
GPS-20	8,606,556.434	626,944.301	991.863	12	36	08.43664	73	49	52.60972	1,026.636

Nota. La tabla contiene coordenadas UTM, elevación Geoidal, latitud, longitud y alturas elipsoidales.

2.7.1.2 Resultados de Transformación de coordenadas UTM a Coordenadas Topográficas

Como resultado de la transformación de coordenadas UTM a coordenadas topográficas las cuales considero 3 puntos pivote para la transformación de UTM a topográficas se obtuvo tres sectores que se detallan en el anexo A.7.

Las coordenadas obtenidas como resultado de la transformación de coordenadas se detallan en la tabla 10

Tabla 10

Coordenadas Topográficas de la Red Secundaria o puntos de control

Challhuamayo - Tutumbaro			Tutumbaro – San Francisco		
Punto	Norte	Este	Punto	Norte	Este
CT-01	8,574,546.699	608,012.709	GPS-01	8,592,758.936	614,222.468
CT-02	8,574,477.171	608,197.006	GPS-02	8,592,621.030	614,265.514
CT-03	8,575,077.343	608,449.957	GPS-03	8,593,144.979	615,424.871
CT-04	8,575,379.059	608,313.074	GPS-04	8,593,108.464	615,630.075
CT-05	8,576,565.715	608,882.165	GPS-05	8,593,063.025	618,502.364
CT-06	8,576,733.482	609,056.663	GPS-06	8,593,120.862	618,605.387
CT-07	8,581,672.806	607,349.097	GPS-07	8,594,186.929	620,388.817
CT-08	8,581,826.208	607,524.791	GPS-08	8,594,332.866	620,677.581
CT-09	8,582,960.603	608,322.658	GPS-09	8,593,557.264	620,808.431
CT-10	8,582,484.671	608,130.439	GPS-10	8,593,509.974	621,009.819
CT-11	8,584,075.081	609,106.763	GPS-11	8,597,520.474	622,407.723
CT-12	8,584,301.252	609,238.014	GPS-12	8,597,716.849	622,635.994
CT-13	8,584,515.379	609,290.955	GPS-13	8,600,286.085	623,315.009
CT-14	8,584,717.885	609,358.541	GPS-14	8,600,514.078	623,382.371
CT-15	8,587,036.853	608,568.561	GPS-21	8,600,829.217	624,662.668

Challhuamayo - Tutumbaro			Tutumbaro – San Francisco		
Punto	Norte	Este	Punto	Norte	Este
CT-16	8,587,411.470	608,746.581	GPS-22	8,600,878.320	624,796.158
CT-17	8,588,097.434	608,573.641	GPS-15	8,601,829.022	625,008.666
CT-18	8,588,335.063	608,775.070	GPS-16	8,602,189.195	625,270.310
CT-19	8,589,308.246	608,493.135	GPS-17	8,604,272.941	625,068.638
CT-20	8,589,366.227	608,816.124	GPS-18	8,604,546.375	625,215.969
CT-21	8,591,441.384	611,690.215	GPS-19	8,606,469.408	626,842.104
CT-22	8,591,327.275	611,878.301	GPS-20	8,606,558.206	626,945.027

2.7.1.3 Resultados del control de calidad de la Red Secundaria o puntos de control

Los valores calculados en gabinete y lo medidos directamente con estación total tienen diferencias milimétricas lo que demuestra un correcto procedimiento al convertir las coordenadas UTM a Topográficas.

Como se observa en la tabla 11 los valores obtenidos en el cálculo de las coordenadas topográficas y los obtenidos directamente en campo a través de lecturas directas con la estación total se encuentran con diferencias no mayores de ± 1 cm.

Tabla 11

Control de Calidad de los Puntos de Control Geodésico

Puntos	Distancia Calculada	Distancia. Medida	Diferencia	Error relativo
CT-01 - CT-02	196.968	196.972	-0.004	1/52,548
CT-03 - CT-04	331.339	331.331	0.008	1/43,032
CT-05 - CT-06	242.078	242.073	0.005	1/46,484
CT-07 - CT-08	233.244	233.241	0.003	1/78,444
CT-09 - CT-10	513.314	513.304	0.010	1/50,873
CT-11 - CT-12	261.498	261.499	-0.001	1/203,288

Puntos	Distancia Calculada	Distancia. Medida	Diferencia	Error relativo
CT-13 - CT-14	213.486	213.487	-0.001	1/342,877
CT-15 - CT-16	414.776	414.77	0.006	1/75,006
CT-17 - CT-18	311.530	311.524	0.006	1/50,104
CT-19 - CT-20	328.137	328.142	-0.005	1/64,619
CT-21 - CT-22	219.998	219.994	0.004	1/57,050
GPS-01 - GPS-02	144.468	144.463	0.005	1/27,584
GPS-03 - GPS-04	208.425	208.43	-0.005	1/44,850
GPS-05 - GPS-06	118.147	118.145	0.002	1/48,947
GPS-07 - GPS-08	323.539	323.545	-0.006	1/54,088
GPS-09 - GPS-10	206.869	206.864	0.005	1/43,491
GPS-11 - GPS-12	301.137	301.132	0.005	1/61,901
GPS-13 - GPS-14	237.736	237.739	-0.003	1/83,396
GPS-15 - GPS-16	142.235	142.236	-0.001	1/107,971
GPS-17 - GPS-18	445.177	445.181	-0.004	1/100,048
GPS-19 - GPS-20	310.611	310.617	-0.006	1/53,542
GPS-21 - GPS-22	135.935	135.938	-0.003	1/44,016

Los resultados correspondientes a cada paso, se encuentran en los siguientes anexos:

Cuadro de Control de Calidad: *Anexo A.8*

2.7.1.4 Resultados del ajuste de la poligonal Topográfica.

Como resultados de ajuste de la poligonal topográfica se encuentran errores cometidos por debajo de los errores Permisibles por lo que nos indica que los datos calculados están bien realizados. En las tres poligonales de apoyo establecidas,

Tabla 12*Resumen de ajuste de coordenadas topográficas*

id Poligonal	Par inicial Par final				Error permisible		Datos de la Poligonal		Error cometido	
					Distancia (m/m)	Angular (seg)	# Vértices	Longitud de la Poligonal (m)	Distancia (m/m)	Angular (seg)
1	GPS-01	GPS-02	GPS-03	GPS-04	1/10,000	15.00	9	1,421.891	1/99,090	4.69
2	GPS-07	GPS-08	GPS-11	GPS-12	1/10,000	22.36	20	3,910.150	1/25,107	8.69
3	GPS-17	GPS-18	GPS-19	GPS-20	1/10,000	19.36	15	2,832.090	1/31,150	5.49

Nota. La Tabla contiene los puntos de inicio y fin de la poligonal, los errores permisibles y errores cometidos los cuales nos harán saber si nuestra poligonal calculada se encuentra con la precisión mínima requerida.

2.7.1.5 Resultados del ajuste de coordenadas UTM

Como Resultado del ajuste de coordenadas UTM se a determinado que los errores angulares y distancias medidas con estación Total utilizando el factor de escala combinado arroja medidas validas y sobre todo que los valores obtenidos se encuentran dentro de los errores permisibles.

Tabla 13*Resumen de ajuste de coordenadas UTM*

id Poligonal	Par inicial				Error permisible		Datos de la Poligonal		Error cometido	
					Distancia (m/m)	Angular (seg)	# Vértices	Longitud de la Poligonal (m)	Distancia (m/m)	Angular (seg)
1	GPS-01	GPS-02	GPS-03	GPS-04	1/10,000	15.00	9	1,421.169	1/110,099	4.94
2	GPS-07	GPS-08	GPS-11	GPS-12	1/10,000	22.36	20	3,908.534	1/33,281	6.61
3	GPS-17	GPS-18	GPS-19	GPS-20	1/10,000	19.36	15	2,831.047	1/45,933	6.84

Nota. La Tabla contiene los puntos de inicio y fin que determinan el inicio y fin de la poligonal, los errores permisibles y errores cometidos los cuales nos harán saber si nuestra poligonal calculada en coordenadas UTM, se encuentra con la precisión mínima requerida.

2.7.2 Resultado de coordenadas de la poligonal de apoyo

Como resultado de la poligonal de apoyo realizada en el sector de Tutumbaro en el cual se estableció siete (7) hitos se obtuvo las coordenadas que se observan en la tabla 14.

Tabla 14

Poligonal 01 Tutumbaro

Tramo	Coordenadas UTM			FC	Coordenadas Topográficas		
	Punto	Norte (m)	Este (m)		Punto	Norte (m)	Este (m)
1	GPS-01	8,592,758.940	614,222.470	0.9994923	GPS-01	8,592,758.940	614,222.470
	GPS-02	8,592,621.100	614,265.490		GPS-02	8,592,621.030	614,265.510
	P-1	8,592,594.510	614,376.990		P-1	8,592,594.430	614,377.070
	P-2	8,592,562.550	614,429.870		P-2	8,592,562.450	614,429.970
	P-3	8,592,566.140	614,633.370		P-3	8,592,566.040	614,633.580
	P-4	8,592,611.090	614,694.020		P-4	8,592,611.020	614,694.260
	P-5	8,592,759.290	614,823.790		P-5	8,592,759.290	614,824.100
	P-6	8,592,967.960	614,994.320		P-6	8,592,968.060	614,994.710
	P-7	8,593,091.590	615,078.810		P-7	8,593,091.760	615,079.240
	GPS-03	8,593,144.780	615,424.260		GPS-03	8,593,144.980	615,424.870
GPS-04	8,593,108.290	615,629.360	GPS-04	8,593,108.460	615,630.080		

Nota. La tabla detalla las coordenadas UTM, Factor combinado y coordenadas topográficas obtenidas de los siete puntos de la poligonal

La poligonal de poyo realizada en el sector *Machente* nos da como resultado 18 puntos de control con coordenadas topográficas y coordenadas UTM las cuales se detallan en la tabla 15

Tabla 15

Poligonal 02 Machente

Tramo	Coordenadas UTM			FC	Coordenadas Topográficas		
	Punto	Norte (m)	Este (m)		Punto	Norte (m)	Este (m)
	GPS-07	8,594,190.085	620,390.725		GPS-07	8,594,186.929	620,388.817
	GPS-08	8,594,335.946	620,679.361		GPS-08	8,594,332.866	620,677.581
	P-08	8,594,748.101	621,027.776		P-08	8,594,745.211	621,026.140
	P-09	8,594,920.885	620,965.701		P-09	8,594,918.068	620,964.039
	P-10	8,595,096.524	621,008.802		P-10	8,595,093.784	621,007.158
	P-11	8,595,400.246	621,260.332		P-11	8,595,397.644	621,258.794
	P-12	8,595,478.788	621,314.267		P-12	8,595,476.221	621,312.752
	P-13	8,595,688.686	621,375.455		P-13	8,595,686.211	621,373.967
	P-14	8,596,081.721	621,578.025		P-14	8,596,079.420	621,576.625
	P-15	8,596,369.247	621,688.987		P-15	8,596,367.071	621,687.636
2	P-16	8,596,499.214	621,628.158	0.9995868	P-16	8,596,497.094	621,626.784
	P-17	8,596,660.303	621,629.590		P-17	8,596,658.253	621,628.220
	P-18	8,596,716.441	621,702.199		P-18	8,596,714.416	621,700.861
	P-19	8,596,868.636	621,761.608		P-19	8,596,866.677	621,760.297
	P-20	8,596,987.278	621,833.980		P-20	8,596,985.370	621,832.703
	P-21	8,597,011.348	621,895.694		P-21	8,597,009.451	621,894.444
	P-22	8,597,079.948	621,957.710		P-22	8,597,078.081	621,956.488
	P-23	8,597,071.818	622,009.738		P-23	8,597,069.948	622,008.538
	P-24	8,597,180.035	622,015.392		P-24	8,597,178.212	622,014.198
	P-25	8,597,202.178	622,080.932		P-25	8,597,200.363	622,079.767
	GPS-11	8,597,522.153	622,408.737		GPS-11	8,597,520.474	622,407.723
	GPS-12	8,597,718.469	622,636.929		GPS-12	8,597,716.849	622,635.994

Nota. La tabla detalla las coordenadas UTM, Factor combinado y coordenadas topográficas obtenidas de los 18 puntos que conforman la poligonal.

La poligonal de poyo realizada en el sector Rosario nos da como resultado 18 puntos de control con coordenadas topográficas y coordenadas UTM las cuales se detallan en la tabla 16

Tabla 16

Poligonal 03 Rosario

Tramo	Coordenadas UTM			FC	Coordenadas Topográficas		
	Punto	Norte (m)	Este (m)		Punto	Norte (m)	Este (m)
	GPS-17	8,604,271.999	625,068.615		GPS-17	8,604,272.941	625,068.638
	GPS-18	8,604,545.342	625,215.890		GPS-18	8,604,546.375	625,215.969
	P-26	8,604,558.529	625,259.617		P-26	8,604,559.566	625,259.712
	P-27	8,605,025.142	625,382.482		P-27	8,605,026.353	625,382.628
	P-28	8,605,108.535	625,437.790		P-28	8,605,109.777	625,437.957
	P-29	8,605,153.549	625,630.748		P-29	8,605,154.806	625,630.985
	P-30	8,605,262.601	625,650.448		P-30	8,605,263.898	625,650.694
	P-31	8,605,541.645	626,110.952		P-31	8,605,543.043	626,111.368
3	P-32	8,605,605.227	626,124.781	0.9996319	P-32	8,605,606.649	626,125.203
	P-33	8,605,627.841	626,219.572		P-33	8,605,629.271	626,220.028
	P-34	8,605,849.779	626,670.596		P-34	8,605,851.289	626,671.219
	P-35	8,605,923.718	626,634.927		P-35	8,605,925.256	626,635.537
	P-36	8,606,053.008	626,685.349		P-36	8,606,054.594	626,685.978
	P-37	8,606,170.670	626,759.582		P-37	8,606,172.300	626,760.239
	P-38	8,606,363.599	626,869.972		P-38	8,606,365.300	626,870.670
	GPS-19	8,606,467.667	626,841.416		GPS-19	8,606,469.408	626,842.104
	GPS-20	8,606,556.434	626,944.301		GPS-20	8,606,558.206	626,945.027

Nota. La tabla detalla las coordenadas UTM, Factor combinado y coordenadas topográficas obtenidas de los 13 puntos que conforman la poligonal.

2.7.3 Resultados del Control Vertical

Se obtuvo la cota nivelada de 222 Vértices los cuales componen la red de nivelación establecida para el proyecto la misma que considera a los puntos de la Red Secundaria y los puntos de la poligonal de apoyo como puntos de control vertical.

A continuación, se muestran las cotas niveladas de los puntos geodésico en la tabla 17

Tabla 17*Cotas de los Puntos de Control Geodésicos*

Punto	Cota Nivelada	Punto	Cota Nivelada
CT -01	3345.3951	GPS-01	1726.9580
CT -02	3407.1060	GPS-02	1724.1105
CT -03	3486.0804	GPS-03	1647.4396
CT -04	3505.7831	GPS-04	1660.2336
CT -05	3598.6292	GPS-05	1462.0447
CT -06	3613.3263	GPS-06	1454.6369
CT -07	3625.9645	GPS-07	1347.4522
CT -08	3615.3804	GPS-08	1327.2740
CT -09	3527.0338	GPS-09	1297.2946
CT -10	3421.1926	GPS-10	1292.8766
CT -11	3293.9454	GPS-11	1092.2175
CT -12	3276.9330	GPS-12	1149.2312
CT -13	3247.9835	GPS-13	1203.5085
CT -14	3174.3177	GPS-14	1194.5245
CT -15	2924.6511	GPS-21	1140.7172
CT -16	2787.9340	GPS-22	1135.5030
CT -17	2860.3679	GPS-15	1113.9466
CT -18	2727.6272	GPS-16	1099.8848
CT -19	2563.2510	GPS-17	1090.5376
CT -20	2543.9709	GPS-18	1027.6305
CT -21	2051.8273	GPS-19	995.9127
CT -22	2034.4504	GPS-20	991.5637

Nota. La tabla contiene la cota nivelada de los puntos de la Red -Secundaria

En el anexo C.2 se detalla su compensación y ajuste de todos los puntos Nivelados

III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

- Realizar propuestas Técnicas económicas sólidas para estudios en la especialidad de Topografía.
- Determinar rendimiento promedio del personal en Actividades referentes a la empresa.
- Elaboración de procedimiento para Replanteo de Ejes de Carretera
- Llevar de forma ordenada y metódica el desarrollo de los proyectos haciendo cumplir al 100 % los TDR del Proyecto.
- Retroalimentación en el área de seguridad con relación a los procesos de estudios Topográficos.
- Realizar el seguimiento de los entregables de los estudios realizados en la especialidad de Topografía.

IV. CONCLUSIONES

1. Se determina que el proyecto de georreferenciación de los sectores inestables, se realizó a través del establecimiento de la red secundaria y la poligonal de apoyo.
2. Se determina que para el control vertical de los sectores inestables se estableció una red de nivelación conformada por 222 puntos.
3. Se determino que los puntos de enlace de la georreferenciación para el proyecto sean los puntos de Estación de rastreo permanente *CS03* y *AY01* por su corta distancia al proyecto.
4. Se obtuvo las coordenadas Topográficas de los puntos de la Red Secundaria y puntos de la poligonal de apoyo.

V. RECOMENDACIONES

Del servicio se recomienda

1. Se recomienda que, para todo proyecto de carreteras, debe ser georreferenciado en el sistema de Referencia WGS84 84, el sistema de proyección UTM y el geoide EGM 2008 Perú.
2. Para los proyectos lineales se recomienda utilizar las Estaciones de Rastreo Permanente que se encuentren a menos de 100 Km. de distancia del proyecto para mantener las precisiones de acuerdo a Norma Técnica Geodésica
3. Se recomienda colocar puntos de Red Secundaria y/o puntos de Poligonal de Apoyo en las áreas de estudio
4. Se recomienda Realizar el Control Vertical en carreteras con la metodología de Nivelación Geométrica de Ida y Vuelta.
5. Se recomienda evitar ubicar los Bench Mark, puntos de Poligonal de poyo y los puntos de Control en suelos blandos, zonas de pendientes, zonas de vegetación densa.

VI. REFERENCIAS

- Diego, L. A. (2018). *Tesis combinación de los métodos JANBU - Spencer en el análisis de estabilidad de taludes para el empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la construcción de carreteras.*
- Dueñas, J. M. (2019). *Topografía y Geodesia.* Maraucano E.I.R.L.
- Instituto Geográfico Nacional. (2015). *Norma técnica geodésica para posicionamientos Geodésicos estáticos relativos.*
- Matera, L. C. (2002). *Topografía Plana.*
- Rojas, G. R. (3 de Julio de 2020). *Sectores Inestables.* Recuperado el 7 de Septiembre de 2023, de Linkendi: <https://www.linkedin.com/pulse/los-sectores-inestables-las-emergencias-viales-y-la-gesti%C3%B3n-romero/?originalSubdomain=es>

VII. ANEXOS

La lista de Anexos se Adjuntan en digital

A. Geodesia.

A.1 Puntos de Enlace IGN

A.2 Croquis de Enlace y Línea de Tiempo

A.3 Post Proceso de Línea Base

A.4 Ajuste de Redes

A.5 Resumen de Coordenadas UTM

A.6 Ficha Técnica de Puntos de Control

A.7 Transformación UTM – Topográficas

A.8 Cuadro de Control de Calidad

B. Poligonal

B.1 Ajuste de Poligonal

B.2 Resumen de Ajuste

B.3 Resumen de Coordenadas

B.4 Certificado de Calibración

C. Nivelación

C.1 Punto Control Vertical Base

C.2 Ajuste de Nivelación

C.3 Resumen de Cotas

C.4 Certificado de Calibración.

D. Planos

D.1 Planos