REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN Y SISTEMA DE BOMBEO, RED DE IMPULSIÓN Y RED DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA DE QUIRVAQUIRA DEL MUNICIPIO DE ARCABUCO, CONFORME AL INDICADOR DE PRODUCTO “ACUEDUCTOS OPTIMIZADOS” DEL PLAN ACUEDUCTOS OPTIMIZADOS” DEL PLAN DEL PLAN DE DESARROLLO “POR LA DIGNIDAD DE ARCABUCO 2024-2027POR LA DIGNIDAD DE ARCABUCO 2024-2027





INFORME TOPOGRÁFICO Y DE GEORREFERENCIACIÓN

JULIO 2025

TUNJA – BOYACÁ

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO ---------- 2

1. INTRODUCCION ---------- 6

2. OBJETIVOS ---------- 7

2.1 Objetivo General ---------- 7

2.2 Objetivos específicos ---------- 7

3. NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACION ---------- 8

4. TERMINOLOGIA ---------- 9

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ---------- 16

5.1 Alcance del proyecto ---------- 16

5.2 Ubicación general ---------- 16

5.3 Localización de la zona de estudio ---------- 17

6. SISTEMAS DE REFERENCIA ---------- 19

6.1 SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL ---------- 19

6.2 SISTEMA DE REFERENCIA HORIZONTAL ---------- 20

7. TRABAJOS TOPOGRAFICOS ---------- 21

7.1 GEORREFERENCIACIÓN Y LEVANTAMIENTO CON EQUIPO RTK DOBLE FERECUENCIA ---------- 21

7.1.1 Trabajo de campo ---------- 22

7.1.2 Ubicación y tiempos de rastreo puntos GPS ---------- 25

7.1.3 Equipos utilizados ---------- 27

7.1.4 Comisión topográfica ---------- 28

7.2 CÁLCULOS DE INFORMACIÓN (GEORREFERENCIACIÓN) ---------- 28
7.2.1 Puntos de control ---------- 30
7.2.2 Ajuste a coordenadas semanales de los puntos de control ---------- 33
7.2.3 Resultados ---------- 35
7.2.4 Equipos utilizados ---------- 36
7.3 AJUSTE DE COORDENADAS ---------- 37
7.3.1 Conversión de coordenadas al sistema Origen Nacional ---------- 37

8. REGISTRO FOTOGRÁFICO ---------- 39

9. ANEXOS ---------- 41

10. CONCLUSIONES ---------- 42

11. TARJETA PROFESIONAL ---------- 43

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización General 17

Ilustración 2. Localización especifica de la zona de estudio 18

Ilustración 3. Modelo geoidal GeoCol 2004 19

Ilustración 4. Materialización de mojones en concreto, posicionamiento de equipo GNSS y levantamiento topográfico de línea de conducción (09- Julio de 2025) 22

Ilustración 5. Levantamiento topográfico de línea de conducción y materialización de mojones (10- Julio de 2025) 22

Ilustración 6. Levantamiento topográfico de línea de conducción (15- Julio de 2025) 23

Ilustración 7. Levantamiento topográfico de línea de conducción (17- Julio de 2025) 23

Ilustración 8. Levantamiento topográfico de línea de conducción (19- Julio de 2025) 24

Ilustración 9. Levantamiento topográfico de puntos de captación y georreferenciación. (20- Julio de 2025) 24

Ilustración 10. Ubicación puntos georreferenciados GPS1 y GPS2 25

Ilustración 11. Ubicación puntos georreferenciados GPS3 y GPS4 25

Ilustración 12. Ubicación puntos georreferenciados GPS5 Y GPS6 26

Ilustración 13 Especificaciones del equipo RTK (FOIF A90 Intelligent GNSS Receiver) 27

Ilustración 11. Importación de datos 29

Ilustración 15 Certificado estación permanente (TUNA) 30

Ilustración 16 Certificado estación permanente (FQNE) 31

Ilustración 17 Certificado estación permanente (GARA) 32

Ilustración 18 Coordenadas semanales 33

Ilustración 19 Triangulación GPS1 Y GPS2 33

Ilustración 20 Triangulación GPS3 Y GPS4 34

Ilustración 21 Triangulación GPS5 Y GPS6 34

Ilustración 22 Conversión de Coordenadas con Magna Sirgas. 37

Ilustración 23 ajuste de coordenadas a punto georreferenciado. 38

Ilustración 24 Trabajo de campo 39

Ilustración 25 Trabajo de campo 40

Ilustración 26 Estructura de la información 41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros Origen Nacional CTM12 MAGNA SIRGAS 20

Tabla 2 Datos de recolección de información de puntos GPS 26

Tabla 3 Equipo de trabajo 28

Tabla 4 Calculo de ajuste de puntos GPS 35

Tabla 5 Calculo de Coordenadas de puntos GPS 36

Tabla 6 Especificaciones equipos 36

1. INTRODUCCION

El presente informe describe los trabajos topográficos realizados en el área destinada para el desarrollo del proyecto **REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN Y SISTEMA DE BOMBEO, RED DE IMPULSIÓN Y RED DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA DE QUIRVAQUIRA DEL MUNICIPIO DE ARCABUCO, CONFORME AL INDICADOR DE PRODUCTO "ACUEDUCTOS OPTIMIZADOS" DEL PLAN DE DESARROLLO "POR LA DIGNIDAD DE ARCABUCO 2024-2027**. El estudio abarca un levantamiento detallado de las características del terreno, el cual es esencial para el diseño y planificación del sistema hidráulico. Se analizan aspectos como el relieve, las pendientes, las posibles obstrucciones y la localización de fuentes de agua, con el fin de optimizar el trazado de las tuberías y las estructuras de soporte. A través de este informe se proporciona información precisa para el desarrollo seguro y eficiente del proyecto, asegurando que se cumplan los requerimientos técnicos y ambientales establecidos.

Se presenta a detalle cada uno de los parámetros utilizados, desarrollo del trabajo en campo y oficina, para la entrega del producto final denominado plano topográfico con sus respectivos detalles, curvas de nivel, perfiles, puntos de control y demás información necesaria.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar un levantamiento topográfico para el desarrollo del proyecto REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN Y SISTEMA DE BOMBEO, RED DE IMPULSIÓN Y RED DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA DE QUIRVAQUIRA DEL MUNICIPIO DE ARCABUCO, CONFORME AL INDICADOR DE PRODUCTO "ACUEDUCTOS OPTIMIZADOS" DEL PLAN DE DESARROLLO "POR LA DIGNIDAD DE ARCABUCO 2024-2027, en la zona rural del municipio de Arcabuco para mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad del servicio de agua potable en la comunidad rural mediante la optimización del sistema de acueducto, incorporando mejoras técnicas, operativas y de gestión que garanticen el acceso continuo y seguro al recurso hídrico.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento topográfico de la zona para determinar las características del relieve y las pendientes del terreno.

- Diagnosticar el estado actual del sistema de acueducto rural, incluyendo la infraestructura, calidad del agua, cobertura y eficiencia operativa.

- Identificar las principales problemáticas técnicas, sociales y ambientales que afectan el funcionamiento y sostenibilidad del acueducto.

- Diseñar e implementar mejoras en la infraestructura hidráulica y en los procesos de captación, conducción, almacenamiento, potabilización y distribución del agua.

- Promover la participación activa de la comunidad en la gestión y mantenimiento del acueducto, fortaleciendo las capacidades locales y la apropiación del sistema.

- Establecer un plan de operación y mantenimiento que asegure la sostenibilidad técnica, financiera y ambiental del acueducto a mediano y largo plazo.

3. NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACION

- NTC 5043 de 2010, Información Geográfica. Conceptos básicos de la calidad de los datos Geográficos.
- NTC 5662 de 2010, Información Geográfica. Especificaciones técnicas de productos geográficos
- Resolución IGAC 471 de 2020, Por medio de la cual se simplifica y flexibiliza el proceso de producción cartográfica mediante el uso de nuevas tecnologías y la aplicación de un único origen para el país.
- Resolución IGAC 715 de 2018, Por medio de la cual se actualiza el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA – SIRGAS.
- Organización Naciones Unidas (A/RES/69/266) de 2015 Establecimiento del Marco de Referencia Geodésico Mundial para el desarrollo sostenible.
- Resolución IGAC 399 de 2011, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, "Por la cual se definen los orígenes cartográficos para la proyección Gauss - Krüger, Colombia (Transverse Mercator)
- Resolución IGAC 01 de 2008, Establece los criterios de calidad para evaluar y otorgar el orden de precisión a un punto geodésico.
- Resolución 068 de 2005, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, "Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS".

Fuente: https://www.emcali.com.co/documents/107516/125158/NDI-SE-AA-015.pdf

https://origen.igac.gov.co/documentos.html

4. TERMINOLOGIA

CONCEPTO	DEFINICION
Altimetría	También conocida como hipsometría, es la rama de la topografía que se encarga del estudio y cálculo de la altura o cota de un punto, siempre respecto a un plano de referencia.
Altura Elipsoidal	se refiere a los valores de elevación por encima o por debajo de una superficie idealizada que se aproxima a la forma de la Tierra como un esferoide
Altura Geoidal	Distancia entre el geoide y el elipsoide medida a lo largo de la línea real de la plomada. También se denomina ondulación geoidal.
Antenas	Parte fundamental que emite y recibe ondas electromagnéticas, también puede funcionar como receptor de datos.
Azimut	El azimut es el ángulo que se forma en línea con la dirección norte-sur. Es uno de los ángulos más usados en topografía, medido de 0° a 360° en el sentido de las manecillas del reloj
Bastón	es un accesorio extensible que se utiliza para medir distancias y realizar trabajos de campo
Bípode	Es un accesorio utilizado en el campo de la topografía para proporcionar estabilidad y soporte a los instrumentos de medición.
Bm (Banco Nivel)	Punto de referencia materializado mediante un mojón o una señal permanente, al cual se le han determinado su posición en (x, y) ysu altura (z).
Cartera Topográfica	es un documento que se usa para registrar los datos obtenidos durante una práctica de topografía.
Código	Normas y reglas que ayudan en la realización de trabajos de topografía y cartografía.
Colectora De Datos	Es un dispositivo electrónico que permite capturar datos de campo para realizar trabajos de mapeo y topografía

CONCEPTO	DEFINICION
Coordenadas	Permiten determinar la ubicación en la Tierra, existen diferentes tipos pero todos se utilizan para hacer única esa posición.
Cota	Valor numérico que indica la altura de un punto sobre el nivel del mar, comúnmente usado en mapas.
Curvas De Nivel	Unen en un mapa los puntos con la misma cota o altitud, esencial para representar el relieve.
Ctm12	es el origen nacional del sistema de referencia espacial de Colombia.
Datum	Punto de referencia para la realización de mediciones de posición horizontal y/o vertical, y que de acuerdo a un conjunto de parámetros geométricos y geodésicos que lo definen permite asociar las mediciones realizadas con un modelo de representación de la superficie terrestre.
Datum Bogotá	Sistema local de referencia para Colombia. El punto Datum (desviación vertical igual a cero) es el Observatorio Astronómico Nacional, el elipsoide asociado es el Internacional.
Datum Buenaventura	Es un datum vertical de referencia, en nuestro país se denomina Buenaventura, y se sustenta en el seguimiento y los ajustes hechos a las medidas capturadas por los mareógrafos de Buenaventura, Tumaco, Cartagena y Riohacha desde 1960 hasta la fecha.
Datum Geodésico	Proporciona la base fundamental para la definición de la ubicación geográfica de un punto. Sus valores están definidos en función del tamaño, la forma y la ubicación del elipsoide de referencia.
Desnivel	Diferencia de cota existente entre dos puntos cualesquiera del terreno.
Distancias	Separación entre dos puntos en una unidad determinada, como distancia real, geométrica y reducida.
Distanciómetro	Dispositivo usado en topografía para medir la distancia entre dos puntos.

CONCEPTO	DEFINICION
Efemérides	Las efemérides de un satélite calculadas mediante el ajuste de las observaciones obtenidas de una red mundial de rastreo para obtener la máxima precisión. El término se aplica particularmente a los Sistemas Globales Satelitales de Navegación.
Error	La diferencia entre el valor observado de una cantidad y el valor teórico o definido de esa cantidad. Simbólicamente
Escala	Relación numérica entre una distancia medida sobre el mapa y esa misma distancia en la realidad.
Factor De Escala	Valor numérico para multiplicar datos y obtener una figura similar pero de otras dimensiones.
Fotogrametría	Técnica para estudiar y definir la forma, dimensiones y posición de un objeto, basada en fotografías.
Georreferenciación	es un proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra.
Galileo	es un proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra.
Geoide	Superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre a la cual se refieren las alturas ortométricas
GPS	Sistema de posicionamiento global utilizado para determinar la ubicación en la Tierra.
GNSS	Sistema global de navegación por satélite que permite a receptores en tierra, mar o aire, obtener las coordenadas del sitio donde se encuentra ubicado
Geodesia	Ciencia que se encarga del levantamiento y representación de la forma y superficie de la Tierra.

CONCEPTO	DEFINICION
Latitud	En general, la coordenada angular de un punto especificado como el ángulo desde un plano de referencia a una línea elegida adecuadamente a través de ese punto. Un ángulo medido hacia el norte o hacia arriba desde el plano de referencia se considera positivo; uno medido hacia el sur se considera negativo. La definición de "hacia el norte" es convencional. El plano de referencia en el caso de la Tierra es el ecuador, pero el plano de referencia también puede ser el plano de la eclíptica
Longitud	El ángulo diédrico (generalmente tomado en sentido antihorario) desde un plano de referencia a un plano asociado de alguna manera específica con el punto de interés, ambos planos son perpendiculares a un tercer plano, que puede ser el plano ecuatorial, el galáctico plano, el plano de la eclíptica u otro plano, según corresponda al tipo de punto que sea de interés. Los ejemplos son: longitud astronómica, longitud geodésica, si el tercer plano es el ecuador de la Tierra; o longitud celeste, si el tercer plano es el plano de la eclíptica. Una coordenada que indica la distancia, lineal o angular, desde una línea norte-sur utilizada como referencia.
Levantamiento Topográfico	Método para determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal.
Modelo Geoidal	Modelo físico-matemático que representa, con distintos grados de aproximación, la superficie irregular del geoide respecto a un elipsoide de referencia. En sentido práctico, el modelo se utiliza para obtener valores de ondulación del geoide en función de la latitud y longitud de los puntos de interés.
Marco De Referencia	Materialización de un sistema de referencia mediante un conjunto de puntos reales, cuyas coordenadas son determinadas sobre el sistema de referencia dado.

CONCEPTO	DEFINICION
Materialización	Monumentación del sistema de referencia. Corresponde a un punto definido sobre la superficie topográfica. Puede ser obelisco, pilastra, mojón superficial o incrustación horizontal.
Punto Geodésico	Punto materializado mediante incrustación, mojón, pilastra u obelisco vinculados a la red MAGNA-SIRGAS con mediciones asociadas de los tres componentes (horizontal, vertical y/o gravimétrico).
Planimetría	Estudio del conjunto de métodos para conseguir una representación a escala del terreno.
Plano	Representación gráfica de una superficie, siguiendo diferentes procedimientos técnicos.
Precisión	Medida de la repetitividad de un conjunto de medidas.
Red Magna-Eco	Conjunto de estaciones GNSS de funcionamiento continúo de Colombia, quesirven como base de referencia para los levantamientos diferenciales de posicionamiento satelital, garantizando la vinculación de los puntos ocupados a la red MAGNA-SIRGAS
Rinex	Acrónimo de Receiver Independent Exchange Format = Formato de Intercambio Independiente del receptor. Como lo indica su nombre se trata de una serie de definiciones estándar para realizar intercambios libres de datos de observación GPS/GNSS, facilitando su utilización por cualquier software de post-procesamiento. Este formato incluye definiciones para tres observables fundamentales: tiempo, fase y distancia.

CONCEPTO	DEFINICION
Rover	En el método diferencial para los levantamientos con GPS (DGPS), corresponde al equipo que no se encuentra sobre unpunto de coordenadas conocidas; es decir el equipo se utiliza para medir los puntos a partir de una base conocida
Replanteo	El replanteo es el proceso inverso a la toma de datos, consiste en plasmar en el terreno detalles representados en planos, como por ejemplo el lugar donde colocar pilares de cimentaciones, anteriormente dibujados en planos. El replanteo al igual que la alineación son partes importantes en la topografía, ya que son un paso importante para luego proceder con la realización de la obra.
Sirgas	SIRGAS es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Su definición es idéntica a la del Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS: International Terrestrial Reference System) y su realización es una densificación regional del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: International Terrestrial Reference Frame) en América Latina. Además del sistema de referencia geométrico, SIRGAS se ocupa de la definición y realización de un sistema vertical de referencia basado en alturas elipsoidales como componente geométrica y en números geopotenciales (referidos a un valor W0 global convencional) como componente física.
Sistema De Posicionamiento Global	Navegación basada en satélites para proporcionar posicionamiento de navegación global.
Sistema De Referencia	Conjunto de valores numéricos y constantes que definen un marco matemático sobre el que determinar la forma y tamaño de la Tierra.
Sistema De Coordenadas	Marco de referencia espacial que permite la definición de localizaciones mediante coordenadas.

CONCEPTO	DEFINICION
Trabajo De Campo	Realización de mediciones y toma de datos necesarios en el propio terreno para trabajos posteriores.
Topografía	Ciencia que se encarga de describir la superficie de la Tierra.
Trípode	Instrumento utilizado para la sujeción de instrumentos topográficos en trabajos de campo.
Triangulación	Red de triángulos que permite fijar la posición de puntos clave.
UTM	Proyección cartográfica para proporcionar coordenadas en un sistema métrico universal.
Vértice Geodésico	Un vértice geodésico es un punto que podemos ver y tocar en el terreno, del que se han calculado con exactitud las coordenadas geodésicas. Se puede utilizar como apoyo para una gran variedad de trabajos.
Vértice	Lugar físico en el que se hace una medida de ángulos en una triangulación.
WGS 84	Dátum con que se denomina a las posiciones GPS.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 Alcance del proyecto

El presente informe describe el proceso y los resultados de los levantamientos topográficos realizados en la zona rural del municipio de Arcabuco para la elaboración de estudios y diseños del sistema de acueducto rural de la vereda quirvaquira.

Para obtener la información necesaria requerida para el desarrollo del proyecto y poder obtener los resultados del mismo.

Se realizo el levantamiento topográfico de los puntos de captación y bombeo, línea principal de conducción, tanques, válvulas, cajas y demás detalles necesarios un total de aproximadamente 6+300 km.

5.2 Ubicación general

Municipio de Arcabuco

Arcabuco es un municipio colombiano ubicado en la provincia de Ricaurte en el departamento de Boyacá. Está situado a unos 34 km de la ciudad de Tunja, capital del departamento.

El municipio de Arcabuco limita al norte con los municipios de Moniquirá y Gámbita (Santander), al Sur, con los Municipios de Villa de Leyva y Chíquiza, al Oriente, con el municipio de Cómbita y al Occidente, con los municipios de Gachantivá y Villa de Leyva.

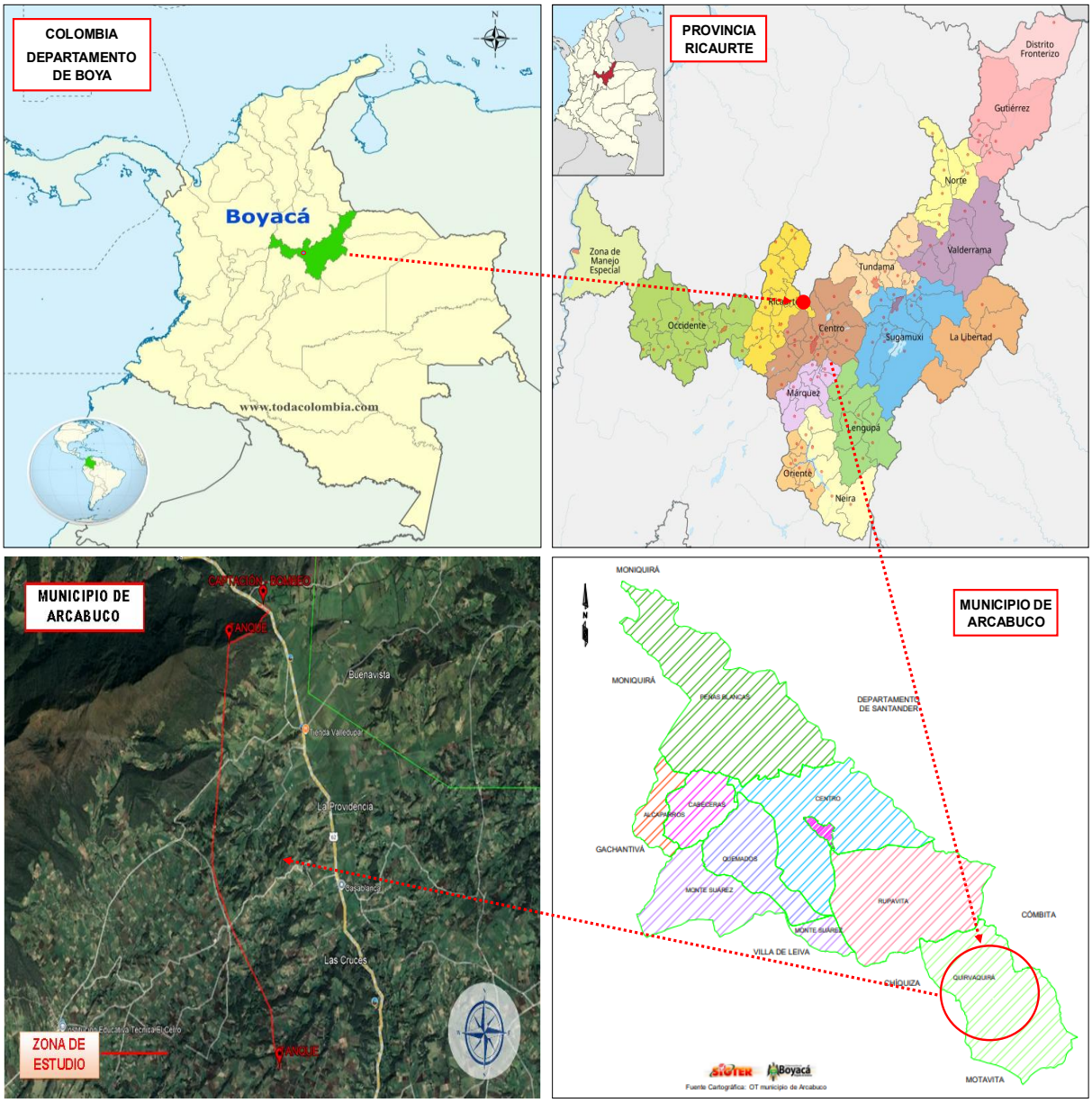
La cordillera de los Andes cubre el municipio con varias formaciones, con la denominación de «peña de Candela», «picacho de Gaitas», «morro Negro», «peña Blanca», «alto de los Santos», «loma de Paja», «alto de los Helechales», «morro Jarique», «alto de Jáguate» y los cerros de Monserrate y Guadalupe.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Arcabuco

5.3 Localización de la zona de estudio

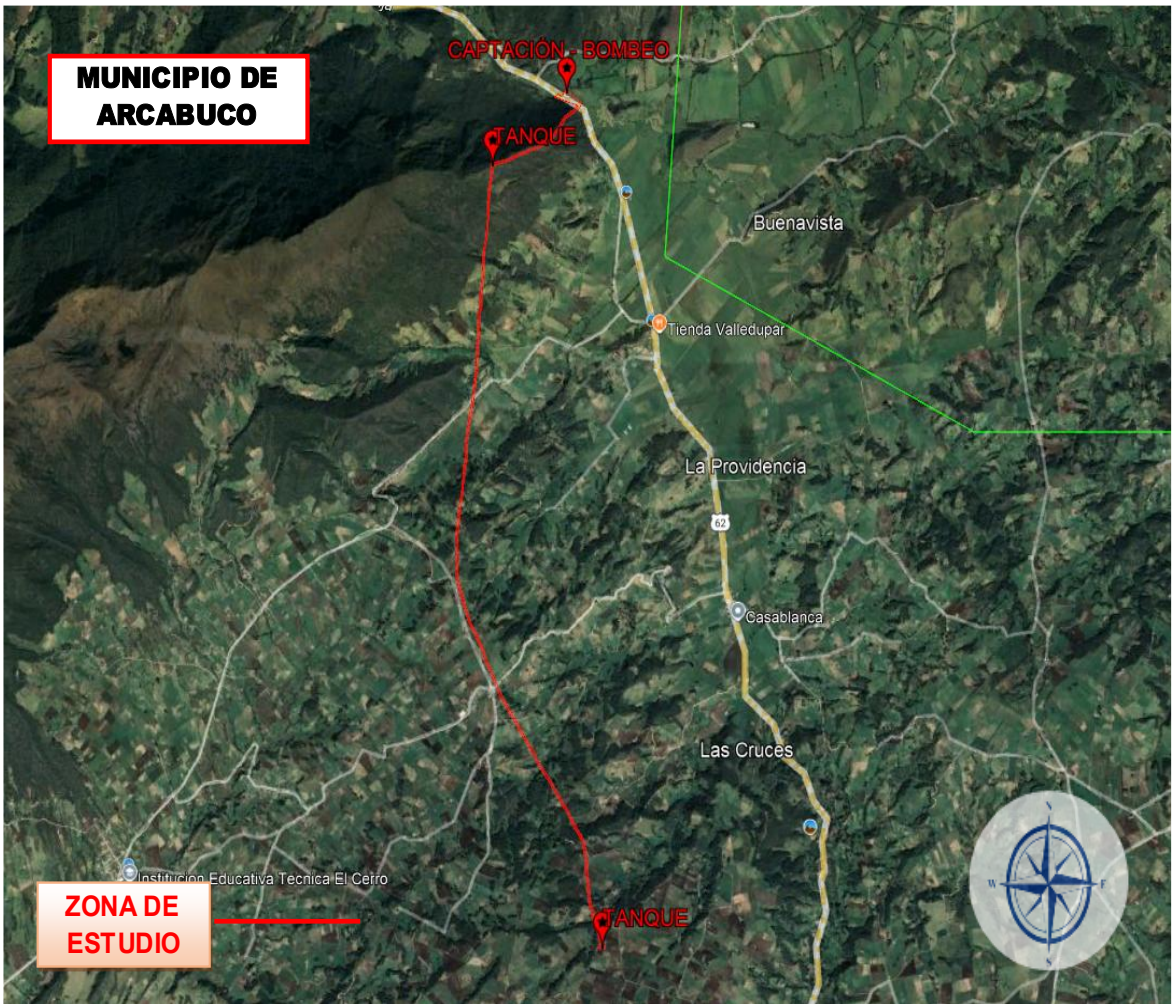
El acueducto se encuentra ubicado en la zona rural del municipio de Arcabuco en la Vereda Quirvaquira.

Ilustración 1. Localización General



Fuente: Estudio

Ilustración 2. Localización especifica de la zona de estudio



Fuente: Estudio (elaboración propia)

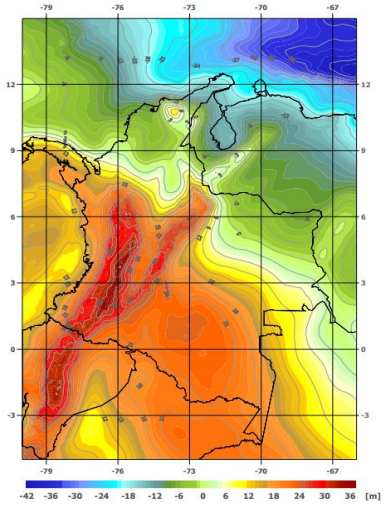
6. SISTEMAS DE REFERENCIA

el IGAC promueve la adopción de MAGNA-SIRGAS como sistema de referencia oficial del país, en reemplazo del Datum BOGOTÁ, definido en 1941. MAGNA-SIRGAS garantiza la compatibilidad de las coordenadas colombianas con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo, los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems), y con conjuntos internacionales de datos georreferenciados.

6.1 SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL

Colombia presenta una topografía muy variada, lo cual dificulta el desempeño de los métodos geodésicos clásicos, especialmente la nivelación geométrica. Por tal motivo, una de las principales aplicaciones prácticas del modelo **GEOCOL2004**, es la determinación de alturas similares a las niveladas a partir de información GPS. De acuerdo con esto, paralelamente a la determinación del geoide, se ha diseñado una metodología de nivelación satelitas, que permite estableces alturas sobre el nivel medio del mar utilizando las elipsoidales, obtenidas de los levantamientos GPS ligados a MAGNA-SIRGAS, y las ondulaciones geoidales. Las alturas clásicas determinadas por este método presentan precisiones similares a las obtenidas por nivelaciones trigonométricas (+-0,80 m).

Ilustración 3. Modelo geoidal GeoCol 2004



Fuente: https://antiguo.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas

6.2 SISTEMA DE REFERENCIA HORIZONTAL

Mediante Resolución 370 de 2021 del IGAC establece la proyección cartográfica "Transverse Mercator" como sistema oficial de coordenadas planas para Colombia, con un único origen denominado "Origen Nacional", referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado MAGNA SIRGAS, así:

Tabla 1 Parámetros Origen Nacional CTM12 MAGNA SIRGAS

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen Latitud	4°N
Origen Longitud	73°W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Fuente: https://origen.igac.gov.co/docs/ABC_Nueva_Proyeccion_Cartografica_Colombia.pdf

7. TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Se realizan trabajos de campo como lo son materialización de mojones, posicionamiento de equipos toma de coordenadas además se realiza el previo trabajo de oficina realizando cada uno de los procesos necesarios para el desarrollo del y resultado del levantamiento topográfico.

7.1 GEORREFERENCIACIÓN Y LEVANTAMIENTO CON EQUIPO RTK DOBLE FERECUENCIA

Para la confrontación de la información planimetría del proyecto respecto a la red cartográfica Nacional adoptada por el Instituto Geográfico Nacional Agustín Codazzi I.G.A.C. mediante las cuales se determinarán las coordenadas de los puntos materializados. Para esta labor se emplearán el sistema de posicionamiento Global G.P.S., de precisión en modo estático.

El sistema G.P.S es una tecnología Aeroespacial financiada por el gobierno de los Estados Unidos, con participación de científicos de la NASA. La base del sistema es una constelación de 21 satélites y 3 de repuesto, cada satélite le da 2 vueltas diariamente al planeta en su órbita fijada aproximadamente a 10.900 millas náuticas. La información que provee es precisa y se transmite en tiempo real.

Cada satélite transmite dos frecuencias para posicionamiento denominadas L1 y L2 que son coherentes y moduladas en varias señales de alta frecuencia para que sean resistentes a condiciones climáticas y frecuencias de radio en tierra. Un código de ruido pseudos-aleatorio (PRN) llamado código C/A que tiene una frecuencia de 1025 Mhz y se repite cada milisegundo, a su vez cada una de las frecuencias L1 y L2 están moduladas con el código P que es también un PRN, pero con una frecuencia diez veces mayor que la del código C/A. adicionalmente las dos frecuencias transmiten un mensaje que le informa al usuario sobre la salud y posición de cada uno de los satélites (Efemérides).

Midiendo el tiempo que demora en llegar una señal de radio emitida por el satélite al punto donde está el receptor y conociendo la posición de cada satélite en el espacio se puede determinar la distancia que hay del satélite al receptor aplicando la fórmula:

D= velocidad de luz * tiempo.

Triangulando con más de cuatro satélites podemos conocer la posición exacta del receptor en X, Y, Z en el datum WGS 84.

7.1.1 Trabajo de campo

Ilustración 4. Materialización de mojones en concreto, posicionamiento de equipo GNSS y levantamiento topográfico de línea de conducción (09- Julio de 2025)

Se inician labores topográficas de campo el día 9 de Julio del año 2025, sobre las 9.00 am, se materializan inicialmente dos mojones con la connotación GPS 1 y GPS 2, se inicia la toma de datos para la georreferenciación de los mismos, luego se inicia el levantamiento de la línea de conducción.




Fuente: trabajo de campo

Ilustración 5. Levantamiento topográfico de línea de conducción y materialización de mojones (10- Julio de 2025)

Se inician labores topográficas armando en el punto denominado GPS1 y se continua el levantamiento de la línea de conducción y tanque. Al finalizar el dia se materializan los puntos GPS3 Y GPS 4.



Fuente: trabajo de campo

Ilustración 6. Levantamiento topográfico de línea de conducción (15- Julio de 2025)

Se inician labores topográficas armando en el punto denominado GPS1 y se continua el levantamiento de la línea de conducción.



Fuente: trabajo de campo

Ilustración 7. Levantamiento topográfico de línea de conducción (17- Julio de 2025)

Se inician labores topográficas armando en un punto auxiliar que se demarco el día 15 de julio y se continua con el levantamiento de la línea de conducción.



Fuente: trabajo de campo

Ilustración 8. Levantamiento topográfico de línea de conducción (19- Julio de 2025)

Se inician labores topográficas armando en un punto auxiliar que se demarco el día 17 de julio y se continua con el levantamiento de la línea de conducción hasta finalizar la misma.





Fuente: trabajo de campo

Ilustración 9. Levantamiento topográfico de puntos de captación y georreferenciación. (20- Julio de 2025)

Se inician labores topográficas armando en un punto GPS3 se procede a levantar la zona de la captación y se posicionan los equipos GNSS para la georreferenciación de los puntos GPS3 Y GPS4. Luego se materializan y se realiza el posicionamiento de los puntos GPS5 y GPS6.





Fuente: trabajo de campo

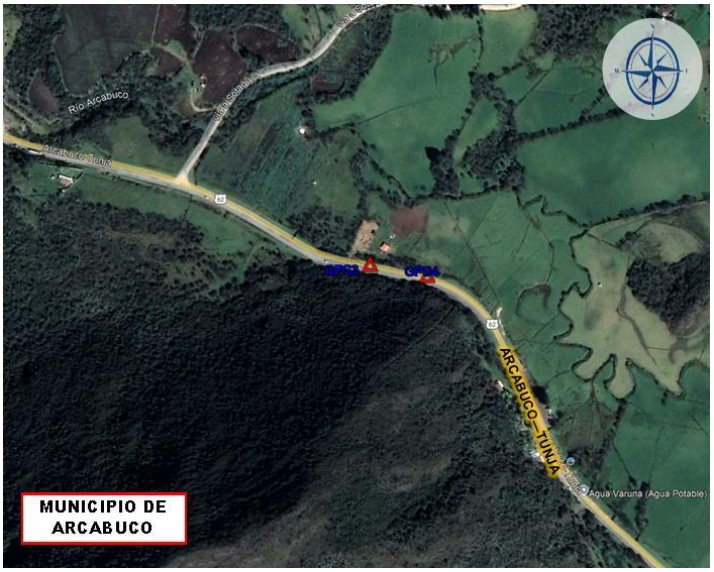
7.1.2 Ubicación y tiempos de rastreo puntos GPS

Ilustración 10. Ubicación puntos georreferenciados GPS1 y GPS2



Fuente: elaboración propia (Google Eart)

Ilustración 11. Ubicación puntos georreferenciados GPS3 y GPS4



Fuente: elaboración propia (Google Eart)

Ilustración 12. Ubicación puntos georreferenciados GPS5 Y GPS6



Fuente: elaboración propia (Google Eart)

Tabla 2 Datos de recolección de información de puntos GPS

DATOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE GEORREFERENCIACIÓN						
PUNTO	**ALTURA (m)**	**TIPO DE ALTURA**	**FECHA Y HORA INICIO**	**FECHA Y HORA FINALIZACIÓN**	**TIEMPO DE TOMA DE INFORMACIÓN**	**SERIAL EQUIPO**
GPS1	1.6194	Vertical	9/07/2025 10:44:56 a. m.	9/07/2025 4:06:53 p. m.	5:21:57	A90187403295
GPS2	1.7445	Vertical	9/07/2025 11:04:58 a. m.	9/07/2025 1:56:22 p. m.	2:51:24	3493357
GPS3	1.6174	Vertical	20/07/2025 8:46:24 a. m.	20/07/2025 1:58:11 p. m.	5:11:47	A90187403295
GPS4	2	Vertical	20/07/2025 8:34:58 a. m.	20/07/2025 1:59:58 p. m.	5:25:00	3714967
GPS5	1.6661	Vertical	20/07/2025 2:43:58 p. m.	20/07/2025 6:51:51 p. m.	4:07:53	A90187403295
GPS6	2	Vertical	20/07/2025 2:49:13 p. m.	20/07/2025 6:56:49 p. m.	4:07:36	A90187403160

Fuente: elaboración propia

7.1.3 Equipos utilizados

Para la georreferenciación de los puntos **GPS1, GPS 2, GPS3, GPS4, GPS5, GPS6, GPS7, GPS8** se utiliza equipo **Foif A90** doble frecuencia el cual se encuentra en buen estado.

Ilustración 13 Especificaciones del equipo RTK (FOIF A90 Intelligent GNSS Receiver)



Fuente: Equipo

7.1.4 Comisión topográfica

La comisión de topografía está conformada por un personal idóneo, para el desarrollo de las actividades topográficas de acuerdo a sus funciones.

Tabla 3 Equipo de trabajo

NOMBRE	CARGO
YURID YASMIN TALERO MARTINEZ	TOPOGRAFA
CARLOS ALBERTO DIAZ DIAZ	AUX. CAMPO

7.2 CÁLCULOS DE INFORMACIÓN (GEORREFERENCIACIÓN)

Definido en campo la estación de inicio y su punto de apoyo, se realizó la determinación de los detalles por medio de mediciones estáticas, tomando los datos crudos para el cálculo (fase y código de la portadora). La metodología empleada para la determinación de los puntos fue localizar una antena cercana del IGAC o punto geodésico y una segunda antena o GPS GNSS sobre cada uno de los puntos a posicionar para el proyecto

La información obtenida en campo en los receptores se transfiere a una computadora para realizar el post proceso con el software (TOPCOM TOOLS) obteniendo coordenadas cartesianas.

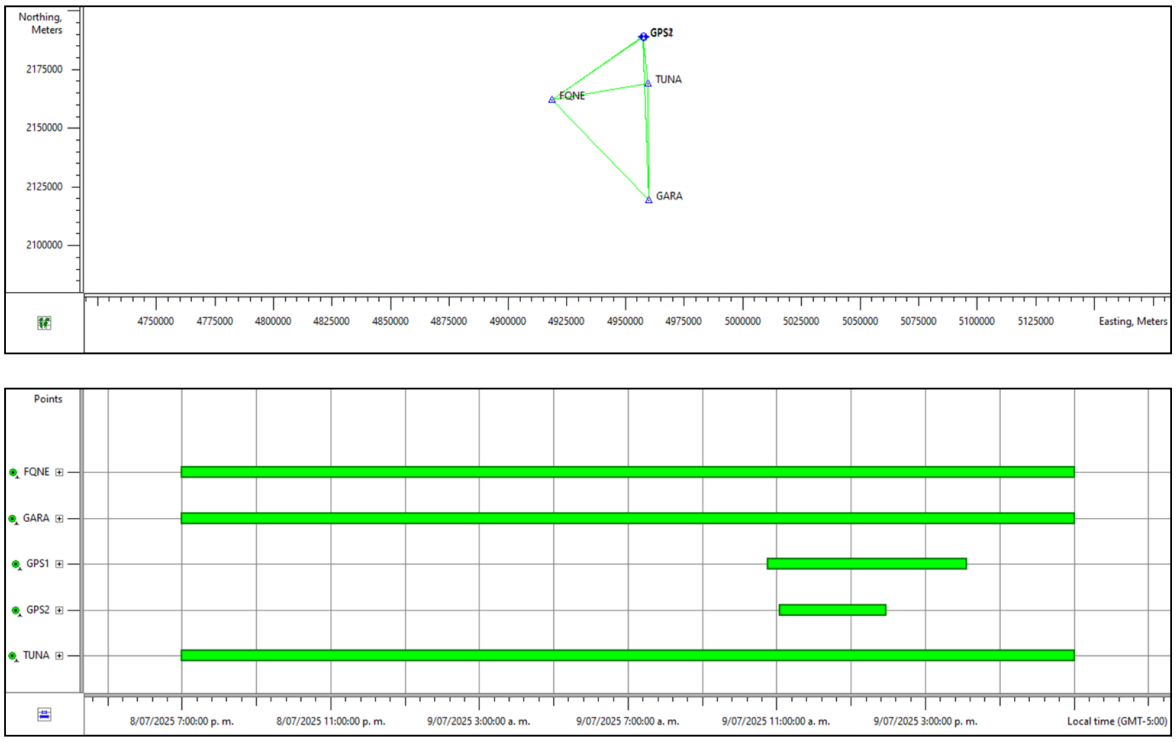
Las mediciones Diferenciales GPS, están afectadas por errores sistemáticos, cuyos errores son resueltos por el posicionamiento diferencial (relativo) en el modo estático.

Se descarga la información y se importa correspondiente como los son:

- Datos crudos GNSS
- Rinex IGAC de las estaciones permanentes
- Efemérides
- Coordenadas semanales

Ilustración 14. Importación de datos

Se realiza la importación de datos al software ya previamente configurado con cada uno de sus parámetros.



Fuente: software topcon tools

7.2.1 **Puntos de control**

Para la realización del postproceso se tienen en cuenta como puntos de control la estaciones permanente **TUNA** ubicada en el municipio de Tunja, **FQNE** ubicada en el municipio de Fuquene y **GARA** ubicada en el municipio de Garagoa.

Ilustración 15 Certificado estación permanente (TUNA)



INFORMACIÓN GENERAL

Nombre: TUNA
Estado: Activa
Municipio: TUNJA
Departamento: BOYACÁ

INFORMACIÓN DE INSTALACIÓN

Altura Monumental (m): 0.139
Fecha Monumentación: 2005-10-18
Tipo de Monumento: Techo
Localización: Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Territorial Boyacá
Código Municipio: 15001

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

ELEMENTO	TIPO	MARCA	SERIAL
Antena GNSS	TRM59800.00 SCIS	TRIMBLE	5138354317
Receptor GNSS	TRIMBLE NETR9	TRIMBLE	5146K79719

INFORMACIÓN DE RASTREO

Constelaciones: GPS y GLONASS
Intervalo de Registro: 1 segundo (Hatanaka.gz), 15 segundos (Observado.gz)
Formato de Archivos: RINEX
Versión Formato: RINEX Versión 2.11
Periodos de Grabación: 24/7
Corte de Archivo: 19:00 Hora Local

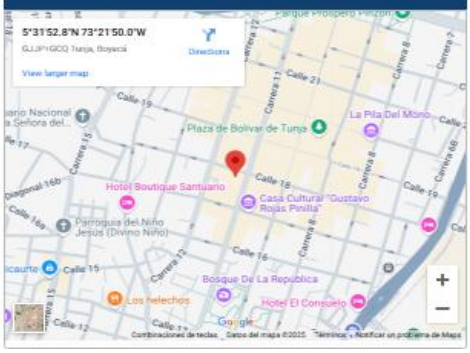
COORDENADAS ELIPSOIDALES

Latitud: 5.53133042
Longitud: -73.36388193
Altura: 2831.841

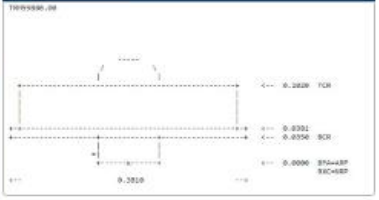
COORDENADAS GEOCÉNTRICAS

X(m): 1818373.172
Y(m): -6085596.873
Z(m): 610965.2014

UBICACIÓN



INSTRUMENTACIÓN



Fuente: https://redgeodesica.igac.gov.co/detalle_activa.html?id=169&identificador=TUNA

Ilustración 16 Certificado estación permanente (FQNE)



INFORMACIÓN GENERAL

Nombre: FQNE
Estado: Activa
Municipio: FÚQUENE
Departamento: CUNDINAMARCA

INFORMACIÓN DE INSTALACIÓN

Altura Monumental (m): 0.155
Fecha Monumentación: 2007-09-09
Tipo de Monumento: Techo
Localización: Isla Santuario de Fúquene
Código Municipio: 25288

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

ELEMENTO	TIPO	MARCA	SERIAL
Antena GNSS	TRM59800.00 SCIS	TRIMBLE	5135354282
Receptor GNSS	TRIMBLE NETR9	TRIMBLE	5146K79723

INFORMACIÓN DE RASTREO

Constelaciones: GPS y GLONASS
Intervalo de Registro: 1 segundo (Hatanaka.gz), 15 segundos (Observado.gz)
Formato de Archivos: RINEX
Versión Formato: RINEX Versión 2.11
Periodos de Grabación: 24/7
Corte de Archivo: 19:00 Hora Local

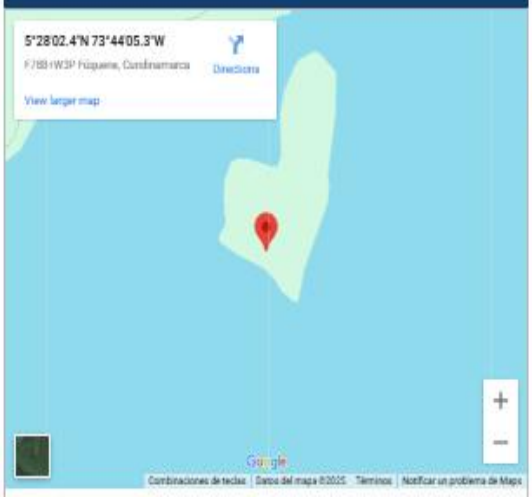
COORDENADAS ELIPSOIDALES

Latitud: 5.46734496
Longitud: -73.73480849
Altura: 2602.033

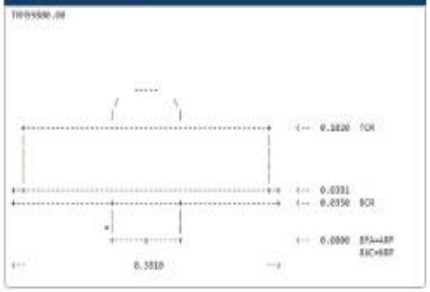
COORDENADAS GEOCÉNTRICAS

X(m): 1779063.797
Y(m): -6097672.859
Z(m): 603896.9274

UBICACIÓN



INSTRUMENTACIÓN



Fuente: https://redgeodesica.igac.gov.co/detalle_activa.html?id=77&identificador=FQNE

Ilustración 17 Certificado estación permanente (GARA)



INFORMACIÓN GENERAL

Nombre: GARA
Estado: Activa
Municipio: GARAGOA
Departamento: BOYACÁ

INFORMACIÓN DE INSTALACIÓN

Altura Monumental (m): 0.16
Fecha Monumentación: 2012-11-02
Tipo de Monumento: Techo
Localización: Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor)
Código Municipio: 15299

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

ELEMENTO	TIPO	MARCA	SERIAL
Antena GNSS	TRM59800.00 SCIS	TRIMBLE	5135354277
Receptor GNSS	TRIMBLE NETR9	TRIMBLE	5144K79415

INFORMACIÓN DE RASTREO

Constelaciones: GPS y GLONASS
Intervalo de Registro: 1 segundo (Hatanaka.gz), 15 segundos (Observado.gz)
Formato de Archivos: RINEX
Versión Formato: RINEX Versión 2.11
Periodos de Grabación: 24/7
Corte de Archivo: 19:00 Hora Local

COORDENADAS ELIPSOIDALES

Latitud: 5.08133453
Longitud: -73.36003755
Altura: 1750.936

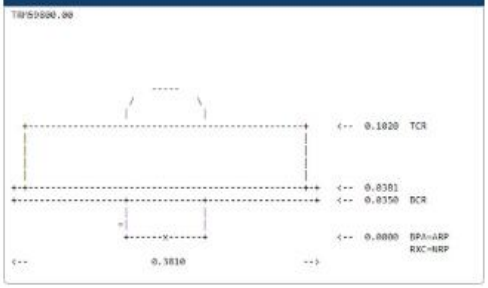
COORDENADAS GEOCÉNTRICAS

X(m): 1819791.598
Y(m): -6088854.566
Z(m): 561298.459

UBICACIÓN



INSTRUMENTACIÓN



Fuente: https://redgeodesica.igac.gov.co/detalle_activa.html?id=78&identificador=GARA

7.2.2 Ajuste a coordenadas semanales de los puntos de control

Se realiza el ajuste a los puntos de control TUNA y FQNE a coordenadas semanales

Ilustración 18 Coordenadas semanales

Week 2371: SIRGAS sol aligned to IGb20 (igs25P2371) 16-JUL-25 18:03

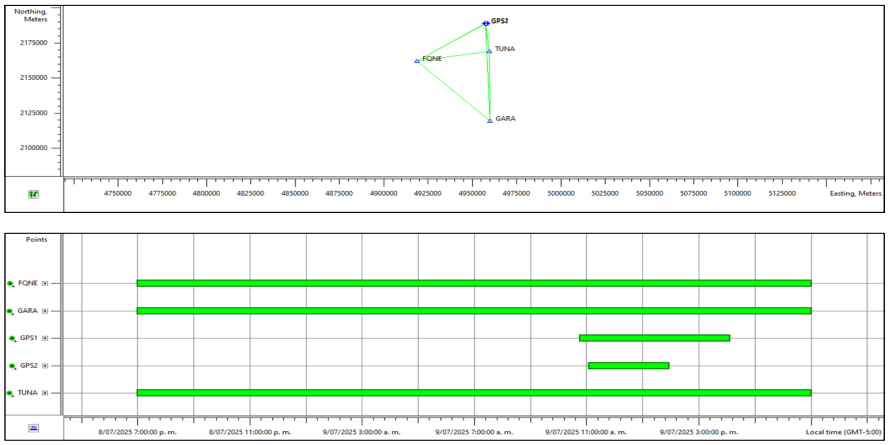
LOCAL GEODETIC DATUM: IGb20 EPOCH: 2025-06-18 12:00:00

NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	FLAG
330	FLIN 40135M001	-766174.95052	-3611375.39645	5184056.20584	A
334	FOEC 42041M001	1435880.22973	-6214490.29795	-51232.81377	A
336	FQNE 41936S001	1779063.80049	-6097672.83321	603896.97762	A
343	GARA 41945M001	1819791.59347	-6088854.54815	561298.50207	A
348	GLPS 42005M002	-33800.62447	-6377516.51291	-82154.18028	W
351	GODE 40451M123	1130773.44009	-4831253.56869	3994200.46279	W
354	GOGY 48095M001	3989705.20098	-4631044.71309	-1817529.71607	A
355	GOJA 41654M001	3761502.41326	-4767353.15240	-1946325.67098	A
356	GOL2 40405S031	-2353614.59040	-4641385.22596	3676976.34629	A
47	TUCU 41520S001	2386117.22043	-5171223.29940	-2862948.90174	A
49	TUMA 41929S001	1245830.27482	-6252040.19397	201464.35431	A
50	TUNA 41930S001	1818373.17640	-6085596.85668	610965.24743	A
56	UBA1 41627M002	4129567.79171	-4146743.13706	-2527616.23625	A
62	UCLU 40140M001	-2440669.18765	-3416437.12356	4785136.77135	A
63	UCOR 41502M001	2371430.02154	-4904120.11759	-3307377.27816	A
64	UCRI 40614M001	651221.19015	-6250477.07125	1093509.37294	A
66	UFPR 41610M002	3763751.68861	-4365113.97965	-2724404.42636	W

Fuente https://www.sirgas.org/es/weekly-solutions/

Ilustración 19 Triangulación GPS1 Y GPS2

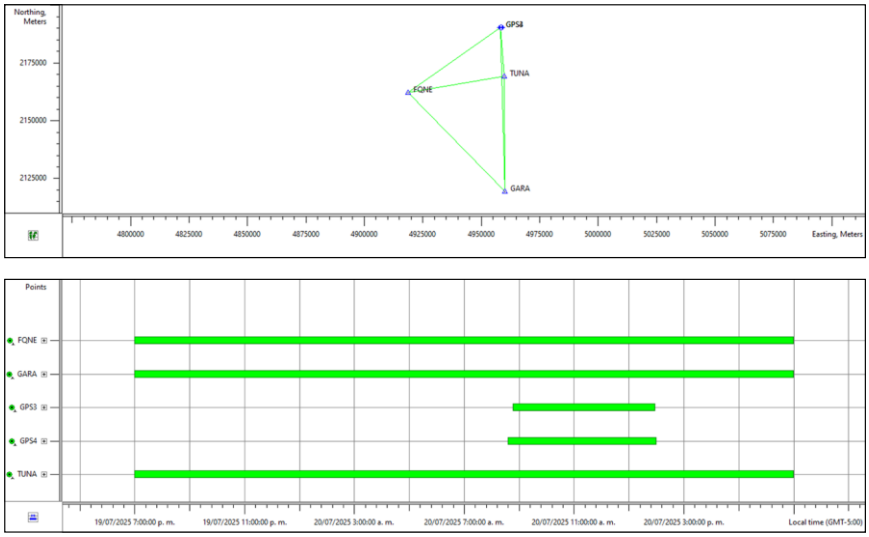
Luego de cargada la informacion se procede a verificar que entre los puntos haya triangulacion y se procede a post procesar.



Fuente: Reporte general

Ilustración 20 Triangulación GPS3 Y GPS4

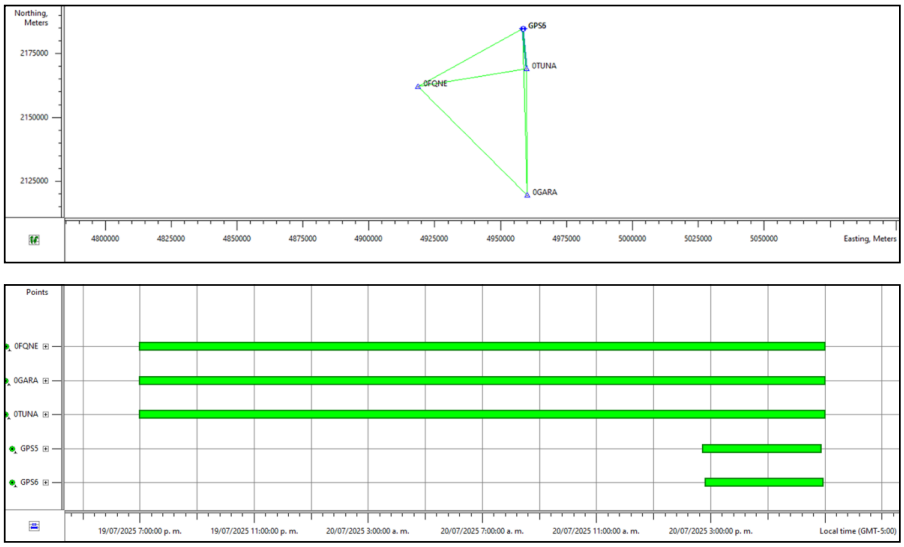
Luego de cargada la informacion se procede a verificar que entre los puntos haya triangulacion y se procede a post procesar.



Fuente: Reporte general

Ilustración 21 Triangulación GPS5 Y GPS6

Luego de cargada la informacion se procede a verificar que entre los puntos haya triangulacion y se procede a post procesar.



Fuente: Reporte general

7.2.3 **Resultados**

Al realizar el post proceso se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 4 Calculo de ajuste de puntos GPS

AJUSTE GPS1 Y GPS2					
Name	**dN (m)**	**dE (m)**	**dHt (m)**	**Horz RMS (m)**	**Vert RMS (m)**
FQNE-GARA	-42690.9247	41474.8587	-850.95317	0.01946	0.0315
FQNE-GPS1	26772.5282	38890.2162	534.93774	0.01854	0.02616
FQNE-GPS2	26813.2424	38859.5748	524.40188	0.01714	0.02706
FQNE-TUNA	7032.74726	41078.12	229.77965	0.0137	0.02461
GARA-GPS1	69463.4551	-2584.64179	1385.88293	0.02268	0.03292
GARA-GPS2	69504.1746	-2615.28254	1375.34386	0.02156	0.03408
GARA-TUNA	49723.6736	-396.73571	1080.73025	0.01659	0.02947
GPS1-GPS2	40.71161	-30.63857	-10.53476	0.0005	0.00091
GPS1-TUNA	-19739.7688	2187.89791	-305.14069	0.01039	0.01691
GPS2-TUNA	-19780.4969	2218.54058	-294.62619	0.00728	0.01174
AJUSTE GPS3 Y GPS4					
Name	**dN (m)**	**dE (m)**	**dHt (m)**	**Horz RMS (m)**	**Vert RMS (m)**
FQNE-GARA	-42690.9208	41474.8544	-850.94644	0.01809	0.03199
FQNE-GPS3	28119.3166	39454.3486	319.65257	0.01767	0.02789
FQNE-GPS4	28096.2316	39521.1194	319.61093	0.01646	0.02832
FQNE-TUNA	7032.75046	41078.117	229.78719	0.01341	0.0247
GARA-GPS3	70810.2527	-2020.43953	1170.64337	0.02182	0.0338
GARA-GPS4	70787.153	-1953.74485	1170.52414	0.02028	0.03485
GARA-TUNA	49723.6751	-396.73594	1080.73852	0.01592	0.02951
GPS3-GPS4	-23.07432	66.77211	-0.03684	0.00066	0.0011
GPS3-TUNA	-21086.5656	1623.76714	-89.85496	0.0081	0.01292
GPS4-TUNA	-21063.4838	1556.99299	-89.8141	0.00778	0.01265
AJSUTE GPS5 Y GPS6					
Name	**dN (m)**	**dE (m)**	**dHt (m)**	**Horz RMS (m)**	**Vert RMS (m)**
0FQNE-0GARA	-42690.9221	41474.8532	-850.9473	0.01786	0.03215
0FQNE-0TUNA	7032.75046	41078.117	229.78719	0.01341	0.0247
0FQNE-GPS5	22560.5859	39701.7961	707.99217	0.01366	0.02773
0FQNE-GPS6	22595.6304	39729.3887	705.19422	0.01372	0.02768
0GARA-0TUNA	49723.6751	-396.73594	1080.73852	0.01592	0.02951
0GARA-GPS5	65251.511	-1773.05899	1558.94819	0.01611	0.03512
0GARA-GPS6	65286.556	-1745.46558	1556.14375	0.0164	0.03511
0TUNA-GPS5	15527.8358	-1376.32441	478.19261	0.0047	0.00968
0TUNA-GPS6	15562.8807	-1348.73177	475.39456	0.00471	0.00973
GPS5-GPS6	35.04487	27.59667	-2.80185	0.00044	0.00091

Fuente: resultados postproceso

Tabla 5 Calculo de Coordenadas de puntos GPS

Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Ell.Height (m)	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Elevation (m)
GPS1	1815795.083	-6084663.531	630663.175	5°42'35.85833"N	73°23'01.53517"W	3136.957	4957524.307	2188954.279	3111.231
GPS2	1815761.504	-6084658.382	630702.668	5°42'37.18403"N	73°23'02.53257"W	3126.423	4957493.669	2188994.991	3100.698
GPS3	1816235.787	-6084168.234	631983.872	5°43'19.74779"N	73°22'43.21553"W	2921.665	4958088.445	2190301.060	2895.970
GPS4	1816300.509	-6084151.273	631960.924	5°43'18.99747"N	73°22'41.04324"W	2921.628	4958155.217	2190277.985	2895.933
GPS5	1816745.264	-6084996.001	626484.284	5°40'18.65293"N	73°22'35.04959"W	3310.014	4958335.883	2184742.333	3284.119
GPS6	1816769.929	-6084982.105	626518.944	5°40'19.79525"N	73°22'34.15281"W	3307.212	4958363.479	2184777.378	3281.319

Fuente: resultados postproceso

7.2.4 **Equipos utilizados**

Tabla 6 Especificaciones equipos

ESPECIFICACIONES EQUIPOS	
EQUIPO	**SERIAL**
CHCNAV IBASE	3493357
CHCNAV I73+	3506543
FOIF A90 Intelligent GNSS Receiver	A90187403295
FOIF A90 Intelligent GNSS Receiver	A90187403160

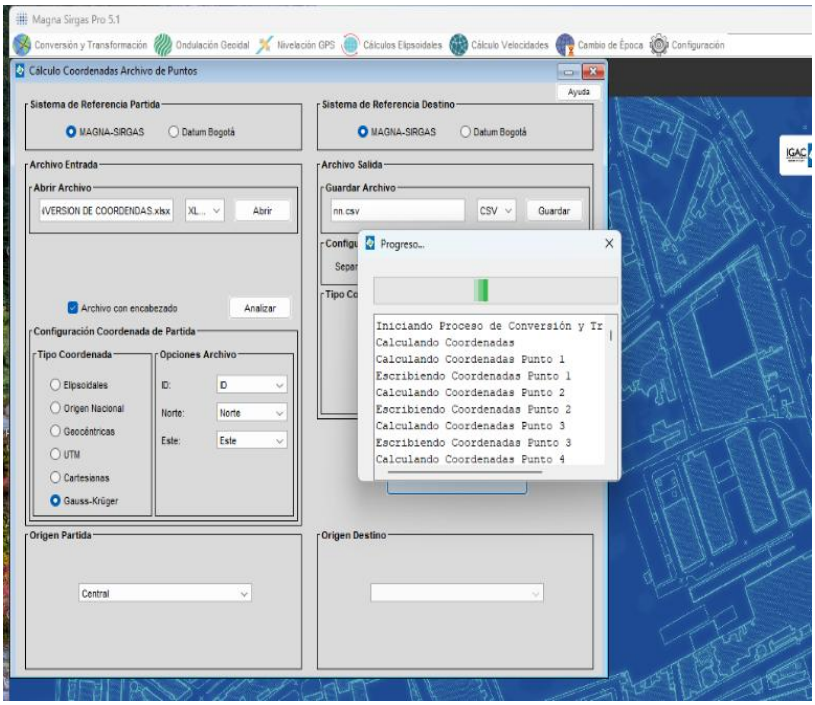
Fuente:

7.3 AJUSTE DE COORDENADAS

7.3.1 Conversión de coordenadas al sistema Origen Nacional

Ilustración 22 Conversión de Coordenadas con Magna Sirgas.

Se realiza el descargue de información tomada en campo y se procede a realizar la conversión de coordenadas con el programa magna Sirgas.



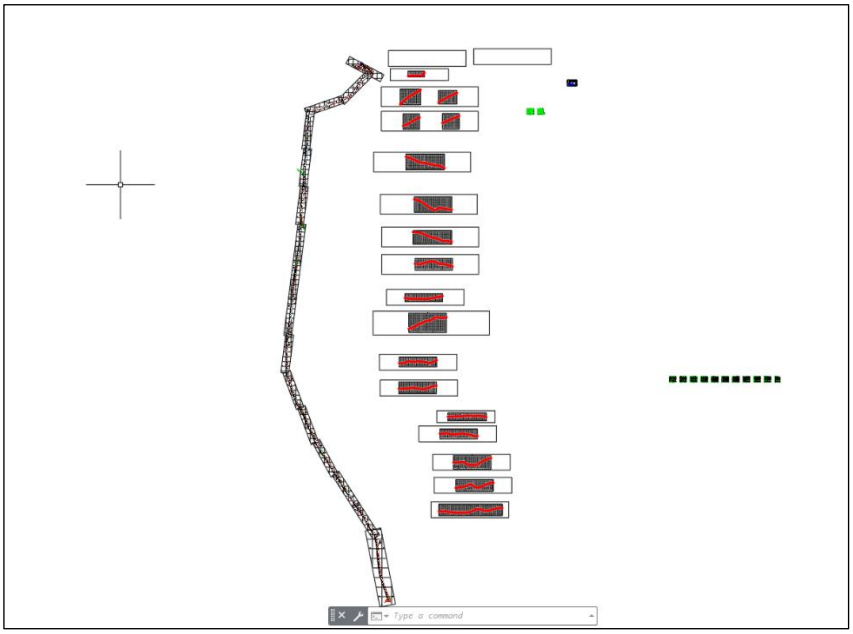
Fuente: software de ajuste

Ilustración 23 ajuste de coordenadas a punto georreferenciado.

Luego de realizar la conversión del sistema de coordenadas se procede a cargar los puntos al software de dibujo, tanto de los puntos del levantamiento como de los puntos estáticos georreferenciados que se realizaron.

Se procede a realizar el ajuste de coordenadas y cotas al punto estático denominado GPS1.

Luego se realiza el dibujo de cada uno de los detalles que se tomaron se realizan perfiles, curvas de nivel y demás detalles necesarios.



Fuente: software Civil 3d

8. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Ilustración 24 Trabajo de campo



Fuente: Trabajo de campo

Ilustración 25 Trabajo de campo

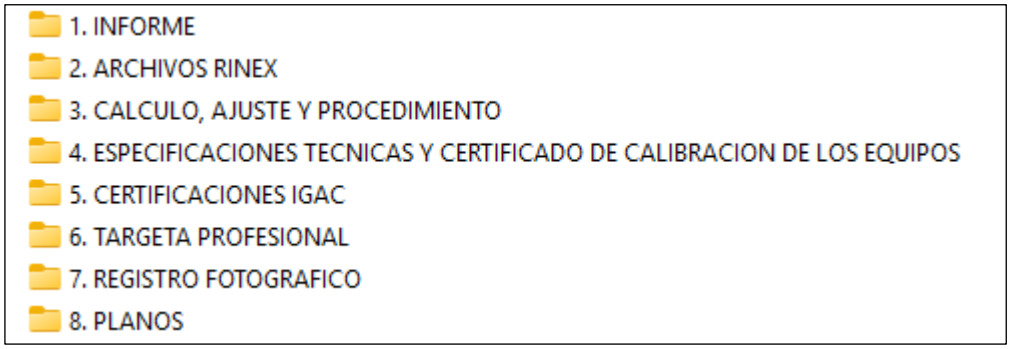


Fuente: Trabajo de campo

9. ANEXOS

Se entrega información en medio magnético, con la siguiente estructura de carpetas:

Ilustración 26 Estructura de la información



Fuente: elaboración propia

10. **CONCLUSIONES**

- El levantamiento topográfico y la georreferenciación se realizó con equipos Foif A90 y Chcnav los cuales se encuentran en buen estado para el desarrollo del trabajo.

- Se realizó el levantamiento topográfico del sitio en estudio teniendo en cuenta tanto las características planimétrico y altimétricas de la zona; se detalló generando una nube de puntos bastante densa para garantizar que el modelo digital se ajuste a la realidad.

- Se materializaron mojones en concreto en el centro del proyecto, con el fin de darle coordenadas al mismo y poder tener un punto de localización al realizar su previa ejecución, y obtener la mayor precisión posible y no se generen cambios en el alineamiento.

- En general, el levantamiento topográfico ha proporcionado información suficiente para concluir que la construcción del acueducto es viable, siempre y cuando se tomen en cuenta las recomendaciones sobre el manejo de pendientes, obstáculos y posibles interferencias con la infraestructura existente; además que sea el recurso suficiente para los usuarios a beneficiar.

CORDIALMENTE



YURID YASMIN TALERO MARTINEZ

LP N° 01-21446 CNPT

Topógrafa

11. TARJETA PROFESIONAL



República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre: YURID YASMIN TALERO MARTINEZ
Cédula: 1002772229
Licencia Profesional No: 01-21446
De Fecha: 12 de noviembre de 2021

TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA
SENA

Presidente

R: 02-11447

Validar la autenticidad de esta licencia mediante el Código QR anexo en la imagen
Recuerde que en el Registro Único de Topógrafos -RUTOPO, mediante la página Web www.cpnt.gov.co, también puede verificar esta licencia y su vigencia