

**ELABORACIÓN DE LOS PLANOS RÉCORD DE REDES DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL PROYECTO ALIANZA CRISTIANA PARA LA EMPRESA
DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB)**

Jhon Fredy Bonilla Arias

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Topográfica
Bogotá D.C.
Junio 2017

**ELABORACIÓN DE LOS PLANOS RÉCORD DE REDES DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL PROYECTO ALIANZA CRISTIANA PARA LA EMPRESA
DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB)**

Jhon Fredy Bonilla Arias

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Topográfico

Director:
Ingeniero Ismael Osorio Baquero.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Topográfica
Bogotá D.C.
Junio 2017

Tabla de Contenido

Tabla de Ilustraciones	5
Índice de Tablas.....	5
Glosario.....	6
Introducción.....	9
1. CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos Específicos	11
2. CAPÍTULO: ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO	11
2.1 Plan de Trabajo.....	11
2.2 Metodología	11
2.2.1 Georreferenciación	12
2.2.2 Planimetría	13
2.2.3 Altimetría	13
2.2.4 Catastro de redes	13
2.2.5 Presentación en formato shape	14
3. RESULTADOS	14
3.1 Informe general del ajuste de la sesión gps	14
3.1.1 Descripción de los puntos	14
3.1.2 Puntos de control	15
3.1.3 Tiempos de observación	15
3.1.4 Procesamiento GPS	16
3.1.5 Resultados obtenidos	17
3.1.6 Calculo de velocidades	18
3.1.7 Traslado de coordenadas época actual a época 1995.4.....	18
3.1.8 Traslado de coordenadas elipsoidales 1995.4 a planas cartesianas época 1995.4	19
3.1.9 Calculo de elevación geocol.....	20
3.1.10 Resumen coordenadas obtenidas	21
3.1.11 Registro fotográfico	22
3.2 Planimetría	23

3.3	Altimetría	24
3.4	Catastro de redes	24
3.4.1	Descripción de los trabajos	24
3.4.2	Metodología	25
4.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	26
5.	RECURSOS	26
5.1	Recurso humano	26
5.2	Recursos Tecnológicos	26
5.3	Equipos	26
6.	CONCLUSIONES.....	27
7.	BIBLIOGRAFIA.....	28
8.	INFOGRAFIA.....	28

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Localización general zona de levantamiento topográfico (fuente tomada de google earth).....	11
Ilustración 2. Localización Vértices GPS topográfico (fuente tomada de google earth).....	14
Ilustración 3. Diagrama de tiempo Vértices GPS topográfico (fuente propia)	15
Ilustración 4 . Parámetros de procesamiento (fuente propia).....	16
Ilustración 5 . Esquema de determinación (fuente propia).....	17
Ilustración 6 . Obtención coordenadas geográficas época 2017.2 (fuente propia).....	17
Ilustración 7 . Cálculo de velocidades de los puntos software Magna Sirgas_Pro v.2.0 (fuente propia)	18
Ilustración 8 . Traslado de coordenadas época actual a época 1995.4 software Concoord v.1.0 (fuente propia)	19
Ilustración 9. Traslado de coordenadas elipsoidales a Planas Cartesianas proyección Bogotá software Magna Sirgas_ Pro 3 Beta (fuente propia).....	20
Ilustración 10. Cálculo de la elevación GEOCOL software Magna Sirgas_ Pro 3.0 (fuente propia).....	21
Ilustración 11. Registro fotográfico (fuente propia).....	22
Ilustración 12 . Levantamiento Topográfico detalles desde GPS 1.(Fuente propia).....	23
Ilustración 13 .Circuito de nivelación y contranivelacion.(Fuente propia).....	24
Ilustración 14 . Inspección de pozo 1 pluvial.	25

Índice de Tablas

Tabla 1 : Tiempos de observación (fuente propia)	15
Tabla 2 : coordenadas geográficas época 1995.4 (fuente propia)	19
Tabla 3: coordenadas planas cartesianas origen Bogotá época 1995.4 (fuente propia)	20
Tabla 4: tabla coordenadas planas cartesianas origen Bogotá época 2017.2, 1995.4 (fuente propia)	21
Tabla 5: Cronograma de Actividades (fuente propia)	26

Glosario

Abcisas: Son puntos determinados sobre el eje de una rasante con un punto de referencia o partida fijo y en intervalos que pueden ser fijos o no, para realizar estudios planimétricos y altimétricos en cada uno de los intervalos.

Altura: Es la distancia vertical medida desde el nivel medio del mar hasta un punto.

Ángulo vertical: Define el grado de inclinación de un alineamiento sobre el terreno. Si se toma como referencia la línea horizontal, el ángulo vertical se llama ángulo de pendiente, el cual puede ser positivo o de elevación o negativo o de depresión, y este es el ángulo que se conoce como pendiente de una línea, el cual puede ser expresado tanto en ángulo como en porcentaje.

Ángulo horizontal: Es el formado por dos líneas rectas situadas en un plano horizontal. El valor del ángulo horizontal se utiliza para definir la dirección de un alineamiento a partir de una línea que se toma como referencia.

Azimut: Es el ángulo horizontal de una línea medido en sentido de las manecillas del reloj a partir de un meridiano de referencia, que normalmente es el Norte, ya sea verdadero, magnético o arbitrario. Los acimutes se leen de 0° a 360° .

BM (Bench Marck): Punto de referencia materializado mediante un mojón o una señal permanente, al cual se le han determinado su posición en (X,Y) y su altura (Z).

Carteras: Libretas utilizadas en los levantamientos topográficos para llevar un control de la información levantada.

Nivelación: Es el término general que se aplica a cualquiera de los diversos procesos altimétricos por medio de los cuales se determinan elevaciones, niveles de puntos, diferencias de elevación, y desniveles, para la elaboración de mapas o planos de configuración.

Contranivelación: La contranivelación es la nivelación que se realiza desde el último punto nivelado hasta llegar al BM inicial para poder comprobar el cierre de la nivelación.

Nivelación geométrica simple: También llamada nivelación directa. Esta nivelación permite conocer las diferencias de nivel de un terreno, desde una sola posición del nivel de precisión. La primera lectura se toma a partir de la postura de la mira en un punto estable de referencia o BM.

Niveles: Equipos utilizados en topografía para hallar diferencias de altura con respecto a datum o a una referencia, en la actualidad se utilizan niveles de precisión ya sean automáticos o electrónicos.

Niveles automáticos: Instrumento óptico de precisión que permite obtener visuales a partir de un eje de referencia conocido como cenit. El nivel de precisión siempre se encuentra en una posición horizontal (90° respecto al cenit). Las lecturas obtenidas de las miras por medio del nivel de precisión, permite calcular la diferencia de nivel entre diferentes puntos.

Niveles electrónicos: Instrumento de alta precisión, funciona como los niveles ópticos, y adicionalmente pueden hacer lecturas electrónicamente con miras de código de barras, lo cual resulta muy práctico ya que la medición es muy rápida, y se eliminan errores de apreciación o lectura, ya que estos tienen memoria para almacenar y procesar datos. Pueden desplegar en la pantalla un décimo de milímetro, y medir distancias con una resolución de un centímetro.

NP's puntos de nivelación: Son puntos a los que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, le ha determinado su cota mediante el método de nivelación geodésica.

Norma: es una forma especificada para llevar a cabo una actividad o desarrollar un proceso. de acuerdo con la ISO la normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico.

Coordenada: Cualquiera de los n números de una secuencia que designa la posición de un punto en un sistema n -dimensional.

Coordenada cartesiana: El sistema de proyección utilizado corresponde al cartesiano, con origen en la intersección del meridiano $74^{\circ}09'W$ de Greenwich y el paralelo $4^{\circ}41'N$ al cual se le asignaron las coordenadas planas N: 109.320,965 m y E: 92.334,879 m. Las cotas están referidas con plano de proyección 2550 msnm.

Conversión de coordenadas: Cambio de coordenadas basado en una relación uno a uno, desde un sistema de coordenadas a otro basado en el mismo datum. EJEMPLO: Entre sistemas de coordenadas geodésicas y cartesianas, o entre coordenadas geodésicas y coordenadas proyectadas, o cambios de unidades tales como de grados a radianes o de pies a metros.

Cota: Es la distancia vertical que se mide desde cualquier plano referencia distinto al nivel medio del mar a un punto

Curvas de nivel: Son líneas que se trazan en los planos de planta con el fin de representar el relieve o configuración topográfica de un terreno. Una curva de nivel une puntos del terreno que tienen igual cota o altura, por lo tanto representan la intersección del terreno con un plano horizontal. La separación entre las curvas de nivel en el plano de planta, representa la distancia horizontal entre ellas y la distancia o intervalo vertical se deduce por diferencia de las cotas anotadas. La cota o altura de una curva de nivel es la cota o altura del plano horizontal que la contiene

Datum: Parámetro o conjunto de parámetros que sirven como referencia o base para el cálculo de la posición del origen, la escala y orientación de los ejes del sistema de coordenadas.

Delta: Punto de intersección de la tangente de una coordenada.

Escala: Es la relación entre el número de unidades de longitud en el plano y el número de unidades de longitud en el terreno, Para expresar el valor de la escala de un plano se puede hacer en palabras, en forma gráfica o por fracciones representativas.

Estación total: Se denomina estación total a un instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un

distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), Led de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de acimutes y distancias.

Error: El error es la discrepancia entre la medición obtenida en campo y el valor real de la magnitud. Mientras que los errores siempre están presentes en toda medición, las equivocaciones son faltas graves ocasionadas por descuido, distracción, cansancio o falta de conocimientos. Es necesario conocer los tipos y la magnitud de los errores posibles y la manera como se propagan para buscar reducirlos a un nivel razonable que no tenga incidencias nefastas desde el punto de vista práctico. Los errores deben quedar por debajo de los errores permisibles o tolerables para poder garantizar los resultados los cuales deben cumplir un cierto grado de precisión específico.

Georeferenciación: Posicionamiento en la que se define la localización de un objeto espacial, representado en formato raster, o formato vector (punto, línea, polígono) en un sistema de coordenadas específico.

Transformación de coordenadas: Cambio de coordenadas desde un sistema de referencia de coordenadas a otro sistema de referencia de coordenadas basado en un datum diferente a través de una relación uno a uno.

GPS: Se basa en el principio de la medición de distancias (Pseudo distancias) desde satélites al receptor del GPS a través de la medición del tiempo. Una trilateración inversa en el espacio, conociendo las coordenadas de al menos 3 satélites permitirá obtener las coordenadas geográficas en la tierra del punto donde se encuentra el receptor.

Rinex: Formato de intercambio independiente del receptor (Receiver Independent Exchange). Es un formato estándar que permite el uso intercambiable de datos GPS. Consiste en archivos de tipo ASCII, que contiene datos de observación, mensaje de navegación de los satélites y datos meteorológicos.

Rover: En el método diferencial para los levantamientos con GPS (DGPS), corresponde al equipo que no se encuentra sobre un punto de coordenadas conocidas; es decir el equipo se utiliza para medir los puntos a partir de una base conocida.

Plano: Es un tipo de mapa, se utiliza cuando se quiere representar una extensión pequeña, sin tener que recurrir a la curvatura terrestre. También se denomina plano a la representación de elementos a escala.

Poligonal: Es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en campo. El trazo de una poligonal es la operación de establecer las estaciones de esta y de hacer las mediciones necesarias, que es uno de los procedimientos fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar la ubicación relativa de puntos en el terreno.

Precisión: Se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de

una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones y la precisión se puede estimar como una función de ella. Lo que quiere decir es que si diferentes valores de una misma medición están muy próximos unos de otros decimos que ellos tienen una alta precisión.

Datos crudos: Corresponden a la información de un levantamiento topográfico, sin correcciones ni ajustes por desplazamientos inherentes a la precisión de los equipos e instrumentos empleados.

Datos de redes: Corresponde a la información de los elementos que conforman las redes de Acueducto y Alcantarillado pluvial y sanitario combinado disponible en el centro de información técnica del Acueducto de Bogotá

Introducción

La norma NS-046 establece los parámetros mínimos para la elaboración de planos de obra construida, renovación o rehabilitación, los cuales deben contener la información detallada de construcción y registro geográfico de las redes de Acueducto y Alcantarillado, con el fin de transferir dicha información a la base de datos del Sistema de Información Geográfica Unificado Empresarial (SIGUE).

Para la elaboración de los planos record de los sistemas de acueducto y alcantarillado del proyecto Alianza Cristiana, es indispensable la realización del levantamiento topográfico de la zona del proyecto. Éste consiste en la ubicación de puntos de control previamente materializados (vértices GPS) desde los cuales se toman los datos de ubicación de los detalles de la zona y las diferencias de nivel del terreno.

Dentro del levantamiento topográfico se realiza la Georreferenciación la cual es clave para la elaboración del levantamiento. Para esto se utiliza un sistema de referencia coordinado que permita calcular la ubicación en los ejes X, Y y Z, de los puntos tomados en campo, de acuerdo a los puntos de control establecidos por el IGAC, de los cuales parte el amarre para la Georreferenciación del proyecto.

Finalmente, es necesaria la investigación de las redes existentes para determinar la situación actual del sistema de alcantarillado. Para esto se realiza una inspección pozo a pozo donde se toman las profundidades, diámetros de las tuberías y los demás datos representativos de cada pozo, con el fin de generar el insumo que permita conocer estado actual del proyecto construido.

1. CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Planteamiento del problema

La ausencia de información detallada de los proyectos construidos genera inconvenientes en la planeación y solución de las necesidades de los usuarios del sistema, es por esta razón que en la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá se está implementando el sistema información geográfica, por lo tanto es necesario que la información de los proyectos en proceso de construcción estén conforme a lo estipulado en la norma NS-046 lo cual significa que la información consignada en planos y tablas que permitan conocer los atributos de los elementos de red y que hagan referencia a todos los detalles de construcción. Este proceso permite que la entrega, el almacenamiento e intercambio de la información sea eficiente.

1.2 Justificación

La elaboración de los planos record permitirá obtener información técnicamente elaborada, documentada y actualizada, a fin de transferir dicha información a la base de datos del Sistema de Información Geográfica. Debe contener información geográfica consignada en planos y tablas que permitan conocer los atributos de los elementos de red y que hagan referencia a todos los detalles de construcción. Se debe tener en cuenta todas las condiciones establecidas en los numerales 9 y 10 para formatos CAD y SHAPE. Esta norma facilita los procesos posteriores de edición, revisión y actualización de los Planos de Obra presentados o cualquier tipo de contrato que incluya la construcción, rehabilitación y mantenimiento de redes de Acueducto y Alcantarillado ante la Empresa de Acueducto de Bogotá. Este proceso permite que la entrega, el almacenamiento e intercambio de la información sea eficiente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Elaborar los planos récord de redes de alcantarillado pluvial y sanitario del proyecto alianza cristiana para la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar la Georreferenciación de una pareja de vértices GPS al sistema MAGNA-SIRGAS, origen Bogotá, coordenadas planas cartesianas; con el fin de dar amarre de coordenadas a todos los puntos de detalle existentes en el proyecto.
- Desarrollar la nivelación geométrica (nivelación y contra nivelación) partiendo de puntos certificados NP, CD (IGAC) según norma NS 046.
- Realizar el catastro de las redes existentes para recolectar la información del estado de las estructuras del sistema de alcantarillado y las profundidades y diámetros de las tuberías que lo componen utilizando los formatos de la norma NS-046.
- Elaborar el formato SHAPE el cual consiste en una base de datos geográfica (tablas) que contiene los atributos de cada elemento de red.

2. CAPÍTULO: METODOLOGÍA

ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Plan de Trabajo

El proyecto se localiza en la ciudad de Bogotá barrio las flores localidad de suba, contempla la elaboración de planos récord de alcantarillado pluvial y sanitario realizada en el marco de la construcción de la obra denominada **Proyecto alianza cristiana**. La reposición realizada se encuentra en la calle 139 entre carrera 98 y 98A, En la Figura 1 se muestra el área en detalle.



Ilustración 1. Localización general zona de levantamiento topográfico (fuente tomada de google earth)

2.2 Trabajos topográficos

Los trabajos de topografía a realizar para la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, están encaminados a la presentación de la información física del sitio del proyecto, con el propósito de generar insumos a las diferentes áreas de la empresa que la requieran para la transformación de sus procesos y/o actividades relevantes para los mismos.

Para la elaboración de los planos record de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario del **Proyecto alianza cristiana**. Es indispensable la realización del levantamiento topográfico de la zona del proyecto. Éste consiste en la ubicación de puntos de control previamente materializados (vértices GPS) desde los cuales se toman los datos de ubicación de los detalles de la zona y las diferencias de nivel del terreno.

Dentro del levantamiento topográfico se realiza la Georreferenciación la cual es clave para la elaboración del levantamiento. Para esto se utiliza un sistema de referencia coordinado que permita calcular la ubicación en los ejes X, Y y Z, de los puntos tomados en campo, de acuerdo a los puntos de control establecidos por el IGAC, de los cuales parte el amarre para la Georreferenciación del proyecto.

Una vez realizada la planimetría del proyecto, se procede a arrastrar la cota geométrica al levantamiento realizado, desde el punto IGAC más cercano, a los puntos de amarre GPS del proyecto, El arrastre de cota se lleva a cabo a través de nivelación y contra nivelación por los mismos cambios.

Finalmente, es necesaria la investigación de las redes existentes para determinar la situación actual del sistema de alcantarillado. Para esto se realiza una inspección pozo a pozo donde se toman las profundidades, diámetros de las tuberías y los demás datos representativos de cada pozo, con el fin de generar el insumo que permita conocer estado actual del proyecto construido. La información final se suministra en un formato SHAPE el cual consiste en una base de datos geográfica (tablas) que contiene los atributos de cada elemento de red. Para realizar un correcto diligenciamiento del formato de nodos y de líneas se debe tener clara la definición de cada atributo.

2.3 Georreferenciación

Realizar la Georreferenciación de una pareja de vértices GPS al sistema MAGNA-SIRGAS, origen Bogotá, coordenadas planas cartesianas; con el fin de dar amarre de coordenadas a todos los puntos de detalle existentes en el proyecto.

Esta labor se elabora mediante la utilización del sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global), con receptores satelitales. El tipo de posicionamiento Geodésico tipo estático con equipos GPS de doble frecuencia y de fase portadora completa, debido a que se requiere una precisión superior para el cálculo de los vectores entre la base y el punto de control, Se realiza un estudio preliminar de los vértices de la red GPS de estaciones activa del IGAC, identificando que tuvieran certificación asociada al sistema de referencia espacial MAGNA- SIRGAS, observando que los vértices de la red GPS de estaciones activas llamados BOGA, ABCC y BOGT, ubicados en la ciudad de Bogotá, son los más cercanos y cuyos datos e información es suministrada por el IGAC.

Una vez identificado el punto de control horizontal y vertical, se procede a realizar la toma de datos para el posicionamiento de los vértices, colocando el equipo GPS centrado y nivelado sobre los vértices GPS, cumpliendo algunas características especiales como:

- Buenas condiciones climáticas y atmosféricas
- Que no hallan superficies reflexivas que puedan causar trayectoria múltiple.
- Obstrucciones menores a 15°
- Sitio seguro y libre de tráfico
- Sin transmisiones poderosas (antenas de radio, televisión, etc.)
- Que los dos equipos estén completamente capturando información al mismo tiempo con el fin de obtener tiempos comunes de captura de satélites
- Tiempos de rastreos mayores a 30 minutos o superiores
- Intervalo de grabación cada 5 seg.

2.4 Planimetría

Para el desarrollo del levantamiento topográfico de detalles se requiere con una comisión de topografía compuesta por un topógrafo y dos auxiliares de topografía, para la adecuada caracterización topográfica del área del proyecto, algunos de los detalles identificados en campo corresponden a: Bordes de vía, sardineles, pozos de alcantarillado, postes, paramentos, sumideros, zonas verdes, acometidas de acueducto, válvulas de acueducto y gas, acometidas domiciliarias, semáforos, entre otros; los cuales serán utilizados como insumo para la generación de planos topográficos.

2.5 Altimetría

Una vez realizada la planimetría del proyecto, se procede a arrastrar la cota geométrica al levantamiento realizado, desde el punto IGAC más cercano, a los puntos de amarre GPS del proyecto, cuyas certificaciones son suministradas por el (IGAC). El arrastre de cota se lleva a cabo a través de nivelación y contra nivelación por los mismos cambios. Por último, se realiza la nivelación geométrica de los detalles existentes en el proyecto.

2.6 Catastro de redes

La elaboración del catastro de redes de acueducto se debe realizar sobre elementos visibles o no visibles en la red. Los elementos visibles más comunes son los hidrantes, válvulas. Los atributos más comunes de investigar en el caso de hidrantes son: su altura con respecto al suelo, altura de las salidas de agua, material, diámetro, año de instalación, marca, estado, entre otras. Para el caso de las válvulas, los atributos más importantes de investigar son diámetro, material, función, tipo, profundidad respecto al suelo, cota del cuadrante.

Localización con coordenadas de los elementos visibles y no visibles de la red de acueducto, mediante levantamiento topográfico convencional y apoyado en sistemas GPS siempre y cuando se garantice la precisión establecida. Actividades preliminares, elaboración de planos record de todas las redes existentes levantamiento de campo en planimetría, altimetría e investigación de redes, elaboración de fichas técnicas y formatos según norma NS-046, informe final de catastro de redes.

2.7 Presentación en formato shape

El formato SHAPE consiste en una base de datos geográfica (tablas) que contiene los atributos de cada elemento de red. Para realizar un correcto diligenciamiento del formato de nodos y de líneas se debe tener clara la definición de cada atributo. La Redes de Acueducto y de Alcantarillado se entregará en archivos tipo “shape” de líneas que deberán tener coordenadas reales de acuerdo con el sistema de georeferenciación.

3. RESULTADOS

3.1 Informe general del ajuste de la sesión gps

Se presenta en este informe una descripción general del procedimiento realizado para el cálculo de los vértices posicionados el día 04 de marzo en la localidad de Suba-Bogotá, Cundinamarca con el fin de cumplir los requerimientos solicitados para el presente proyecto.

3.1.1 Descripción de los puntos

Los vértices GPS1 y GPS2 materializados y geoposicionados el día 04 de marzo se encuentran localizados en la localidad de Suba. El vértice GPS1 se encuentra sobre el andén del costado norte de la Calle 139 frente a la Carrera 98 y el vértice GPS2 se encuentra sobre el andén del costado sur de la Calle 139 a aproximadamente 19 metros al occidente de la Carrera 96A



Ilustración 2. Localización Vértices GPS topográfico (fuente tomada de google earth)

3.1.2 Puntos de control

Para realizar el amarre al Sistema de referencia MAGNA-SIRGAS se identificaron las Estaciones de Registro Continuo (CORS) que se encuentran en funcionamiento escogiendo como base las estaciones BOGA y ABPW, La primera localizada en las instalaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la segunda dentro de la Planta de Tratamiento de agua potable Francisco Wiesner de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, localizada en el municipio de la Calera.

3.1.3 Tiempos de observación

Para el rastreo se utilizaron dos antenas doble frecuencia Hi TARGET V30 con las especificaciones que se presentan en el Anexo 5. Cabe resaltar que se tuvieron en cuenta distintos factores con el fin de obtener mejores resultados tales son las condiciones climáticas, puntos libres de obstáculos, obstrucciones menores a 15°, etc.

Para la realización del rastreo se calcularon los tiempos de acuerdo al vector existente entre los puntos y las estaciones de registro continuo con el fin de obtener la precisión requerida. Por lo anterior los tiempos de observación fueron los siguientes:

Vértice	Hora Encendido	Hora apagado
GPS1	1:10 PM	3:14 PM
GPS2	1:16 PM	3:11 PM

Tabla 1 : Tiempos de observación (fuente propia)

DIAGRAMA DE TIEMPO

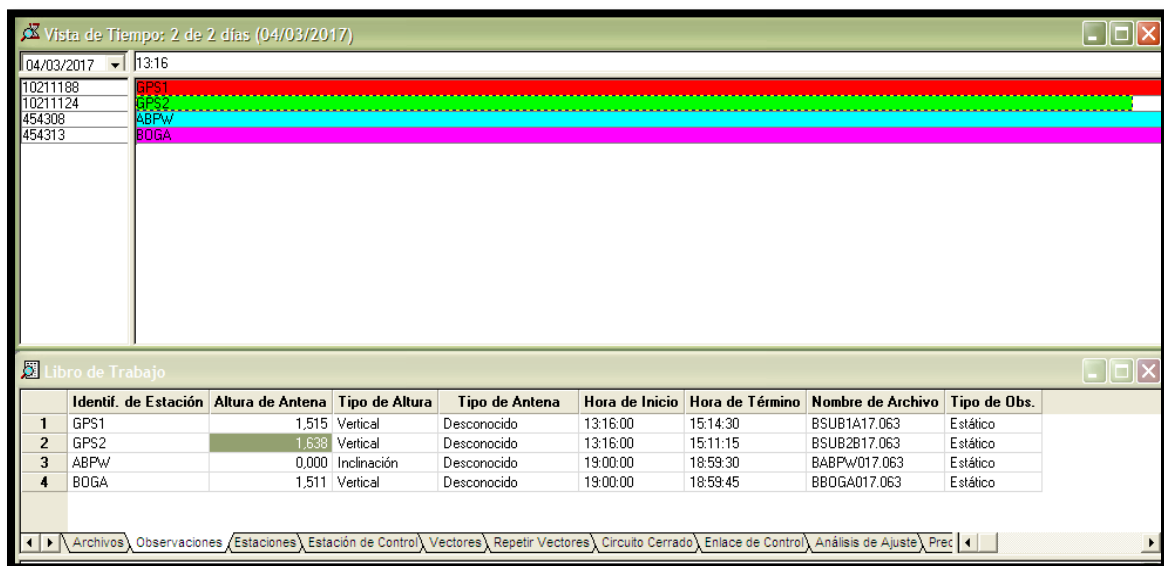


Ilustración 3. Diagrama de tiempo Vértices GPS topográfico (fuente propia)

3.1.4 Procesamiento GPS

La descarga de los respectivos datos crudos se realizó mediante el software Hi Target Geomatic Office a partir de dicho programa se obtuvieron los archivos Rinex correspondientes los cuales se presentan en el Anexo 3. El post-proceso y cálculo de coordenadas fue realizado mediante el software ASHTECH SOLUTIONS 2.6.

Se define en el software un nuevo proyecto estableciendo los parámetros de procesamiento: máscara de elevación, precisiones y niveles de confianza.

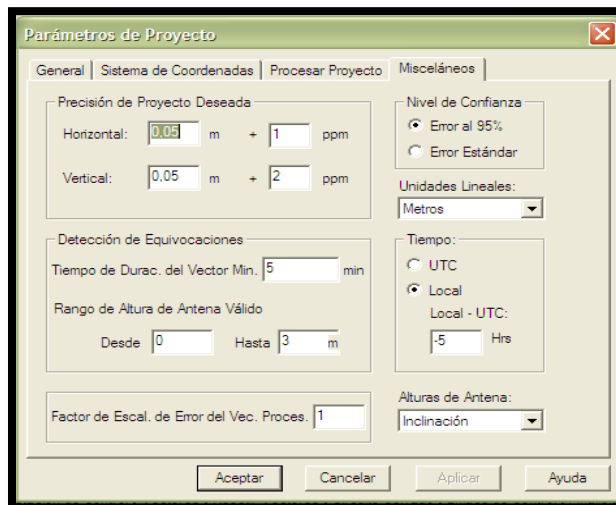


Ilustración 4 . Parámetros de procesamiento (fuente propia)

Luego de esto se cargan los archivos Rinex tanto de los vértices materializados como de las estaciones de funcionamiento continuo y se ingresa la respectiva información de campo como lo son la altura de las antenas y el nombre de los vértices geoposicionados.

Las coordenadas de las estaciones de registro continuo que se ingresan al software son suministradas por el IGAC y son calculadas para la red SIRGAS de América por el Instituto Alemán de Investigaciones Geodésicas dichas coordenadas se encuentran en la página web <http://www.sirgas.org/index.php?id=153&L=0>.

```
Week 1934: SIRGAS solution aligned to IGS14 (wrt igs17P1934) 07-MAR-17 11:22
-----
LOCAL GEODETIC DATUM: IGS14 EPOCH: 2017-02-01 12:00:00
NUM STATION NAME X (M) Y (M) Z (M) FLAG
 7 ABPW 41940M001 1753507.20698 -6113239.04528 518210.57891 A
112 BOGA 41901M002 1744517.18011 -6116051.06803 512581.07639 A
```

Adicionalmente se descargaron las efemérides precisas correspondientes a la semana y día del posicionamiento mediante el siguiente link:

https://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html.

Luego de tener toda la información correctamente cargada, se realiza el procesamiento, el software determina la distancia y calcula la posición de cada vértice, quedando de color rojo los vectores que no cumplen con la precisión ingresada y de color verde cuando si cumplen.

Para obtener un vector correctamente procesado, en ocasiones es necesario omitir satélites, aumentar

o disminuir la máscara de elevación y omitir tiempos de rastreo para lograr un vector óptimo, también existen vectores en los que es necesario procesar eliminando satélite por satélite, es por esto que la combinación de los procedimientos indicados son los que permiten el procesamiento de la información GPS

ESQUEMA DE DETERMINACION

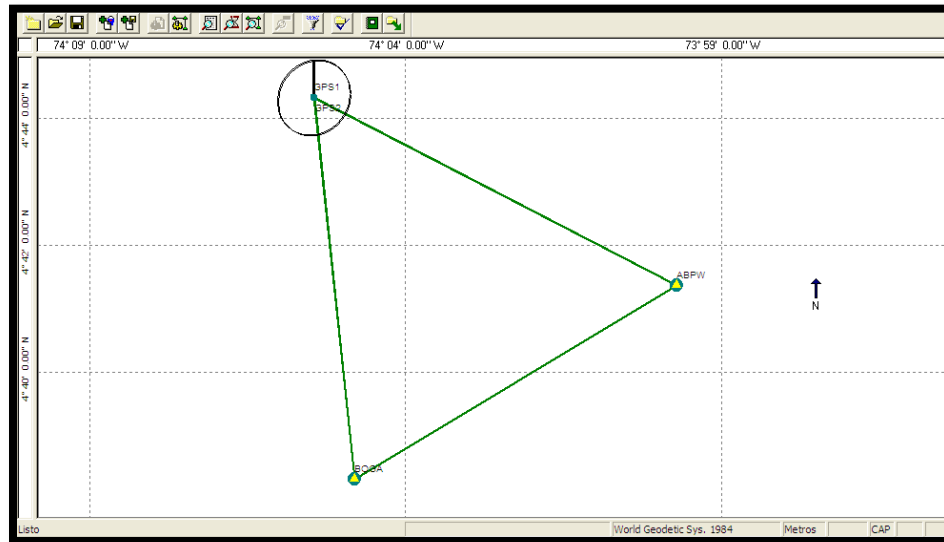


Ilustración 5 . Esquema de determinación (fuente propia)

Por último se realiza el cálculo del circuito obteniendo las coordenadas ajustadas de cada vértice.

3.1.5 Resultados obtenidos

Luego de realizar el cálculo se obtienen las coordenadas geográficas época 2017.2 con su respectiva altura elipsoidal, a continuación, se presentan los resultados obtenidos con sus respectivas precisiones:

ID. Est.	Nombre de Estación	Coordenadas	95% Error	Estado Fijac.	Estado Posición	
1 GPS1		Lat. 4° 44'	20.49647 N	0.031		Ajustado
		Lon. 74° 05'	26.99657 W	0.025		
		Elv.	2578.010	0.031		
2 GPS2		Lat. 4° 44'	19.44022 N	0.027		Ajustado
		Lon. 74° 05'	25.27044 W	0.025		
		Elv.	2577.910	0.027		
3 ABPW		Lat. 4° 41'	22.45230 N	0.000	Fijo	Ajustado
		Lon. 73° 59'	42.41273 W	0.000	Fijo	
		Elv.	2837.094	0.000	Fijo	
4 BOGA		Lat. 4° 38'	19.25652 N	0.000	Fijo	Ajustado
		Lon. 74° 04'	47.81798 W	0.000	Fijo	
		Elv.	2609.840	0.000	Fijo	

Ilustración 6 . Obtención de coordenadas geográficas época 2017.2 (fuente propia)

3.1.6 Cálculo de velocidades

Para realizar el cálculo de velocidades de cada uno de los puntos se utilizó el software Magna Sirgas_Pro v.2.0 como se observa en la siguiente figura:

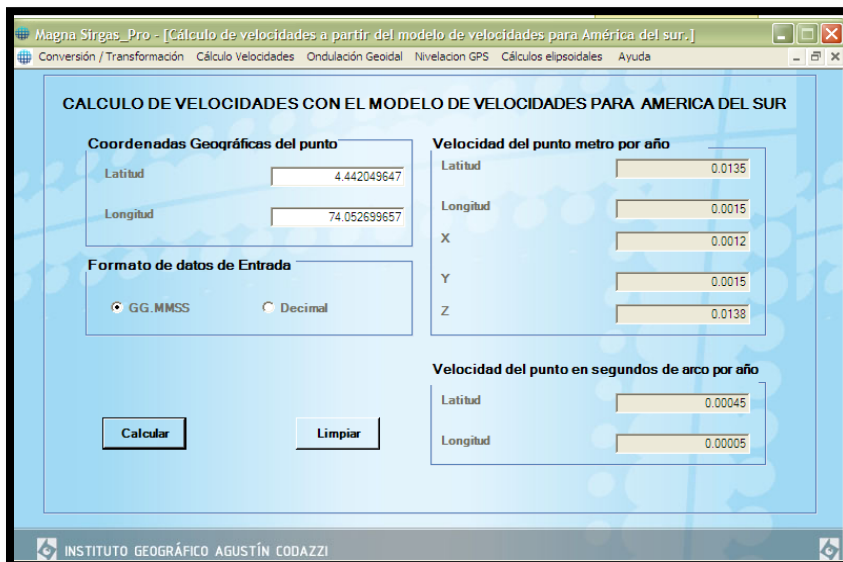


Ilustración 7 . Cálculo de velocidades de los puntos software Magna Sirgas_Pro v.2.0 (fuente propia)

Las velocidades obtenidas para los vértices posicionados fueron las siguientes:

VERTICE	Velocidades		
	V(x)	V(y)	V(z)
GPS1	0.0012	0.0015	0.0138
GPS2	0.0012	0.0015	0.0138

3.1.7 Traslado de coordenadas época actual a época 1995.4

Con las velocidades obtenidas anteriormente se realiza el traslado de época mediante el software Concord en el cual se ingresan las coordenadas en época actual con la fecha en la que se realizó el rastreo, las velocidades y se establece la fecha a la cual se desea realizar la transformación que en este caso corresponde al 31 de mayo de 1995 es decir época 1995.4, época de referencia establecida por el IGAC.

TRASLADO DE EPOCA

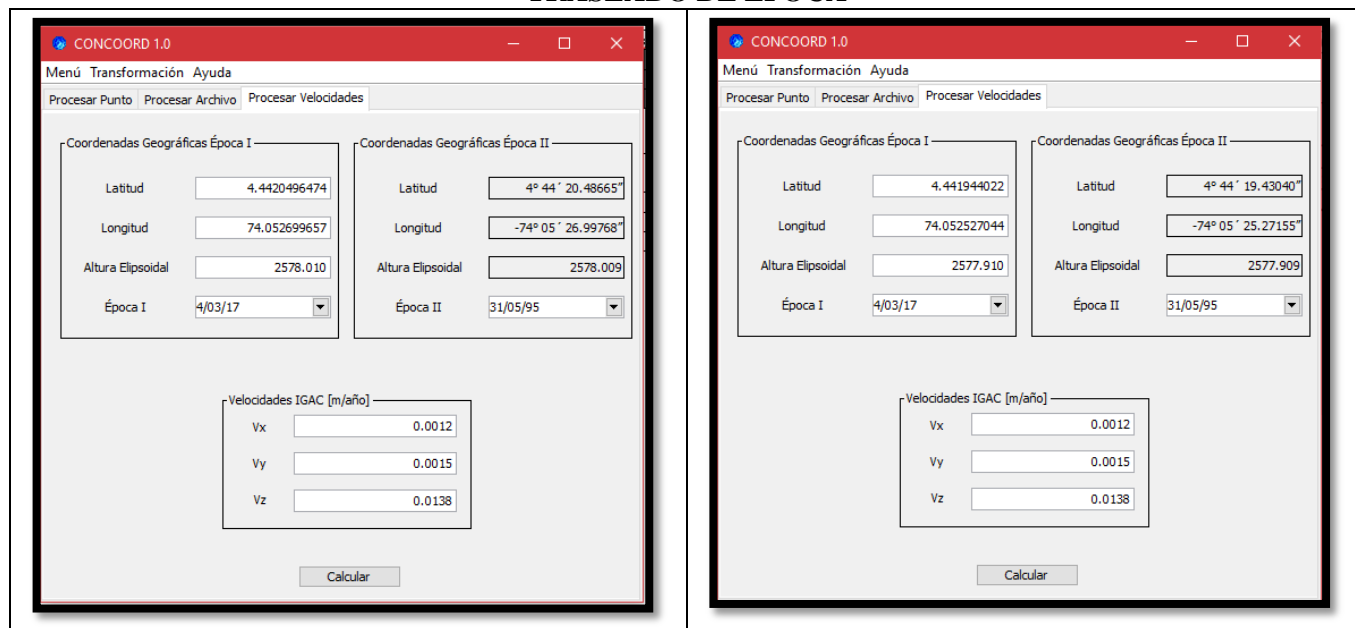


Ilustración 8 . Traslado de coordenadas época actual a época 1995.4 software Concoord v.1.0 (fuente propia)

Luego de realizar la respectiva transformación para cada uno de los vértices se obtuvieron los siguientes resultados:

VERTICE	COORDENADAS GEOGRAFICAS EPOCA 1995.4	
	Latitud	Longitud
GPS1	4° 44' 20.48665"	74° 05' 26.99768"
GPS2	4° 44' 19.43040"	74° 05' 25.27155"

Tabla 2 : coordenadas geográficas época 1995.4 (fuente propia)

3.1.8 Traslado de coordenadas elipsoidales 1995.4 a planas cartesianas época 1995.4

Para realizar el traslado de coordenadas elipsoidales a Planas Cartesianas proyección Bogotá se implementó el mismo software Magna Sirgas Pro 3 Beta escogiendo el tipo de coordenadas Planas Cartesianas y estableciendo como origen cartesiano destino BOGOTA D.C como se observa en la siguiente figura:

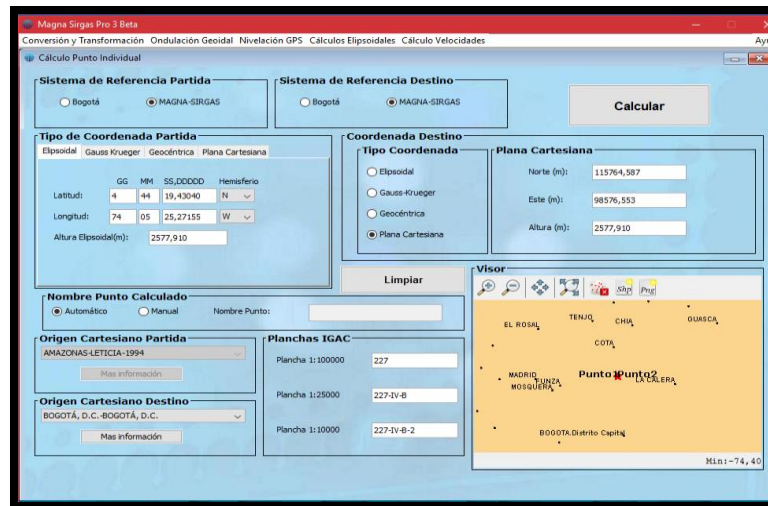
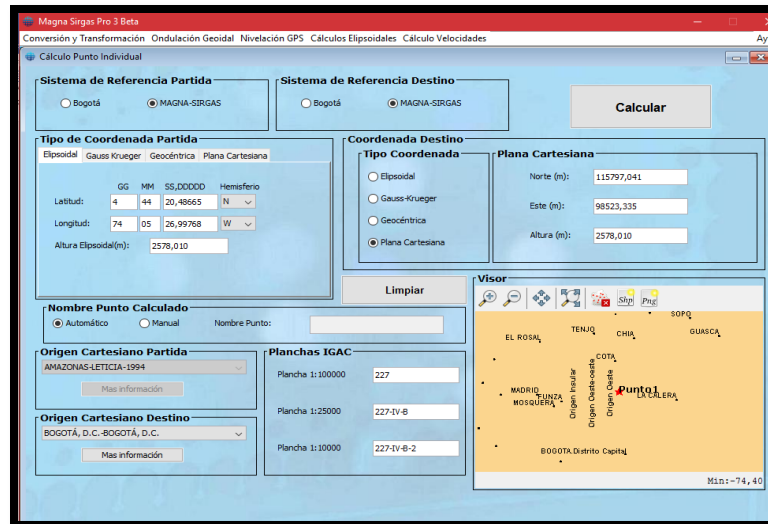


Ilustración 9. Traslado de coordenadas elipsoidales a Planas Cartesianas proyección Bogotá software Magna Sirgas_ Pro 3 Beta (fuente propia)

Obteniendo los siguientes resultados:

VERTICE	COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS ORIGEN BOGOTA EPOCA 1995.4	
	Norte	Este
GPS1	115797,041	98523,335
GPS2	115764,587	98576,553

Tabla 3: coordenadas planas cartesianas origen Bogotá época 1995.4 (fuente propia)

3.1.9 Cálculo de elevación geocol

Para el cálculo de la elevación GEOCOL se implementó la guía metodología para la obtención de alturas mediante equipos GPS establecida por el IGAC para lo cual se tomó como vértice de referencia el vértice NP-5A-CD el cual cuenta con cota geométrica como se evidencia en el Anexo 5.

Elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado según norma NS-046 EAAB

Para lo anterior se obtuvo la ondulación geoidal de cada vértice mediante el software Magna Pro 3.0 y se realizó el cálculo de elevación correspondiente.

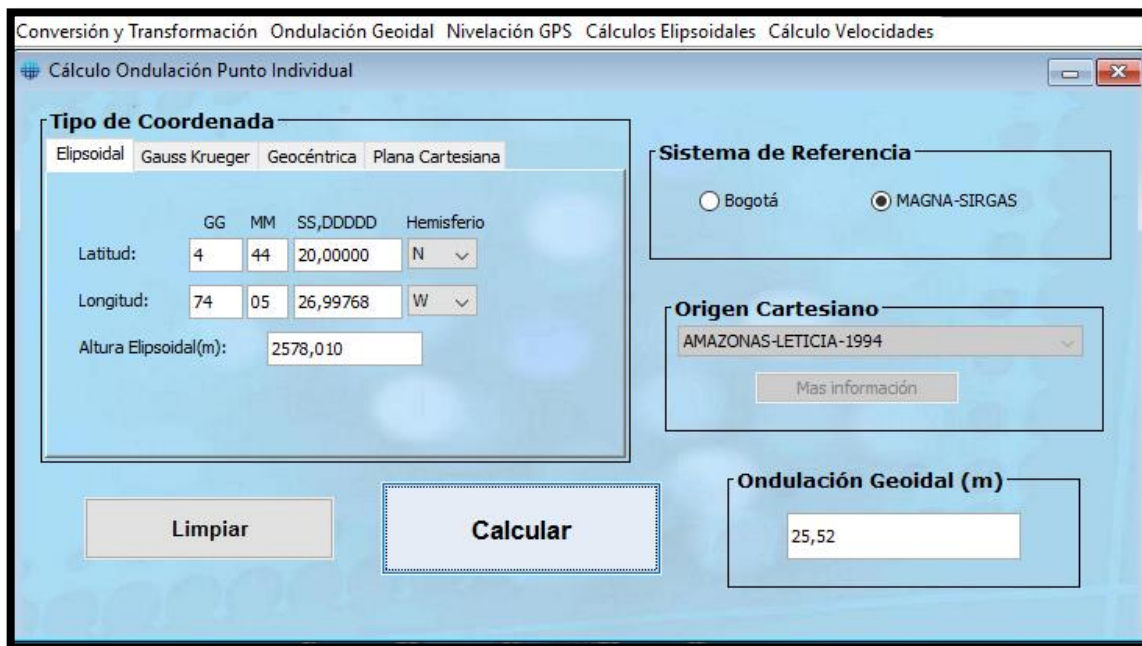


Ilustración 10. Cálculo de la elevación GEOCOL software Magna Sirgas_ Pro 3.0 (fuente propia)

3.1.10 Resumen coordenadas obtenidas

VERTICE	COORDENADAS GEOGRAFICAS EPOCA 2017.2		Velocidades		
	Latitud	Longitud	V(x)	V(y)	V(z)
GPS1	4° 44' 20.49647	74° 05' 26.99657	0.0012	0.0015	0.0138
GPS2	4° 44' 19.44022	74° 05' 25.27044	0.0012	0.0015	0.0138

VERTICE	COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS EPOCA 2017.2 ORIGEN BOGOTA	
	Norte	Este
GPS1	115797,343	98523,369
GPS2	115764,889	98576,587

VERTICE	COORDENADAS GEOGRAFICAS EPOCA 1995.4		COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS EPOCA 1995.4 ORIGEN BOGOTA		ELEVACION GEOCOL
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
GPS1	4° 44' 20.48665"	74° 05' 26.99768"	115797,041	98523,335	2554.764
GPS2	4° 44' 19.43040"	74° 05' 25.27155"	115764,587	98576,553	2554.654

Tabla 4: tabla coordenadas planas cartesianas origen Bogotá época 2017.2, 1995.4 (fuente propia)

3.1.11 Registro fotográfico



Foto 1 Placa GPS1



Foto 2 Panorámica GPS1



Foto 3 Panorámica GPS1



Foto 4 Placa GPS2



Foto 5 Panorámica GPS2



Foto 6 Panorámica GPS2

Ilustración 11. Registro fotográfico (fuente propia)

3.2 Planimetría

Los vértices posicionados para el amarre planimétrico del levantamiento Topográfico corresponden a los puntos GPS1 y GPS2, los cuales fueron posicionados con los equipos GPS Doble Frecuencia Hi TARGET V30.

Equipo técnico utilizado:

- 1 Estación total marca TOPCON 102-N Serial N° 3M5553
- Bastones, prismas y Demás herramienta menor requerida para efectuar los levantamientos

Para el desarrollo del levantamiento topográfico de detalles se contó con una comisión de topografía compuestas por un topógrafo y dos auxiliares de topografía, quienes levantaron detalles para la adecuada caracterización topográfica del área del proyecto, algunos de los detalles identificados en campo corresponden a: Bordes de vía, sardineles, pozos de alcantarillado, postes, paramentos, sumideros, zonas verdes, acometidas de acueducto, válvulas de acueducto y gas, acometidas domiciliarias, semáforos, entre otros; los cuales serán utilizados para la generación de planos topográficos y modelos de terreno que permitan el diseño de alcantarillado pertinente.

Teniendo en cuenta la magnitud del proyecto y la ubicación de la pareja de puntos GPS del proyecto, no hubo necesidad de realizar poligonales, ya que desde los puntos denominados GPS1 y GPS2 se radiaron directamente los puntos que sirvieron como apoyo al levantamiento planimétrico del proyecto.

Para el levantamiento Topográfico no se realizaron poligonales. En el Anexo 4 (Datos Crudos Estaciones) se relacionan los datos crudos registrados durante el levantamiento planimétrico del presente proyecto. De igual manera, el Anexo 5 (Cálculos, ajuste de Poligonales), se encuentra el cuadro de coordenadas que describe los datos de terreno posteriormente procesados.



Ilustración 12 . Levantamiento Topográfico detalles desde GPS 1. (Fuente propia)

3.3 Altimetría

Equipo técnico utilizado:

- 1 Nivel automático de precisión marca TOPCON ATB-4 Serial N° X106410
- Trípode, miras y demás herramienta menor requerida para efectuar las nivelaciones



Ilustración 13 .Circuito de nivelación y contranivelacion. (Fuente propia)

En el Anexo 3 del presente documento se encuentran los respectivos certificados de calibración de los equipos utilizados en altimetría.

Una vez realizada la planimetría del proyecto, se procedió a arrastrar la cota geométrica al levantamiento realizado, desde el punto IGAC denominado: NP-5A-CD, a los puntos de amarre GPS del proyecto, cuyas certificaciones se anexan al presente documento (Ver Anexo 7. Certificaciones IGAC). El arrastre de cota se llevó a cabo a través de nivelación y contra nivelación por los mismos cambios.

En el Anexo 6 (Cálculos, ajuste de Nivelación), se encuentran detallados los cálculos de nivelaciones para el proyecto. Por último, se realizó la nivelación geométrica de los detalles existentes en el proyecto.

3.4 Catastro de redes

3.4.1 Descripción de los trabajos

Objetivo: el catastro de las redes existentes se realiza para recolectar la información del estado de las

estructuras del sistema de alcantarillado y las profundidades y diámetros de las tuberías que lo componen.

Comisión: Para la realización del catastro de las redes, tanto sanitarias como pluviales, se conformaron grupos de campo compuestos por 1 (un) auxiliar de campo, encargado del registro fotográfico y la toma de la información en los formatos respectivos, y 1 (1) obreros encargados del levantamiento de las tapas y la inspección dentro de los pozos.

3.4.2 Metodología

Los trabajos desarrollados para la inspección de los pozos iniciaban con la observación del estado de la tapa y el cargue de las estructuras, posteriormente se realizaba el movimiento de las tapas y se procedía a la inspección visual y toma de medidas de los diámetros de las tuberías con un flexómetro dentro de los pozos y las profundidades a clave ingresando al pozo, finalmente se procede a ubicar la tapa en su posición original y a la marcación del pozo inspeccionado. Las medidas y el estado de cada uno de los elementos que componen la estructura del pozo se plasmaron en el formato entregado por la empresa de acueducto de Bogotá (EAB).



Ilustración 14 . Inspección de pozo 1 pluvial. (Fuente propia)

En la inspección de las redes de alcantarillado no se registraron inconvenientes al realizar la inspección de los pozos. Una vez realizado el catastro se pueden resumir que la longitud total de las redes inspeccionadas es de 140 metros aproximadamente, de los cuales 60 metros corresponden a aguas lluvias y 80 metros corresponden a alcantarillado residual; los diámetros varían desde 0.2 metros hasta los 0.68 metros. Además se encuentran tuberías de gres, concreto y PVC.

En el Anexo 11 (Inventario de redes) se encuentran las tablas detalladas de los tramos investigados.

4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVIDAD										
Posicionamiento vertices de apoyo GPS	X	X								
Post-proceso de los datos crudos GPS		X								
Levantamiento topografico de la zona del proyecto		X	X							
Inspeccion de redes existentes alcantarillado			X	X						
Nivelacion y contranivelacion desde un vertice geodesico (IGAC)				X	X					
Elaboracion de planos de obra según norma NS-046					X	X				
Informe del posicionamiento GPS						X	X			
Informe de topografia y anexos según norma NS-046							X	X		
Elaboracion y presentacion en formato SHAPE								X	X	
Informe final y entrega según norma NS-046							X	X	X	X
Entrega de informacion topografica a la EAAB									X	X

Tabla 5: Cronograma de Actividades (fuente propia)

5. RECURSOS

5.1 Recurso humano

Jhon Fredy Bonilla Arias

5.2 Recursos Tecnológicos

Computador personal

Software AutoCAD

Software ArcGIS

Software LeicaGeoffice

Magna Sirgas_Pro v.2.0

software Magna Sirgas Pro 3

5.3 Equipos

GPS doble frecuencia

Estación total

Nivel de precisión

6. CONCLUSIONES

- Se elaboraron dos (2) planos de planta conforme a la norma NS-046 (Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado), de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario del proyecto alianza cristiana para la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB) en el marco de la construcción del proyecto alianza cristiana. En base a la información física del sitio del proyecto, con el propósito de generar insumos a las diferentes áreas de la empresa.
- Se efectuó la Georreferenciación de dos (2) vértices GPS al sistema MAGNA-SIRGAS, origen Bogotá, coordenadas planas cartesianas; con el fin de dar amarre de coordenadas a todos los puntos de detalle existentes en el proyecto. Utilizando el método relativo o diferencial (DGPS) con una solución por el método de post proceso ya que este tipo de posicionamiento minimiza los errores sistemáticos asociados con los relojes del satélite y las efemérides. Con una exactitud Horizontal Deseada: $0.050\text{m} + 2\text{ppm}$, Exactitud Vertical Deseada: $0.050\text{m} + 2\text{ppm}$ y un nivel de Confianza: Error al 95% y obteniendo unos resultados para el vértice GPS1 una Exactitud Horizontal 0.025 m, Exactitud Vertical 0.031 m y para el vértice GPS2 una Exactitud Horizontal 0.025 m, Exactitud Vertical 0.027 m.
- Se ejecutó la nivelación geométrica (nivelación y contra nivelación) partiendo del punto 25-BGT certificado por el (IGAC) con cota determinada geoméricamente, y cumpliendo con los linimentos según la norma de la EAAB-Norma Técnica NS-030: Lineamientos para trabajos topográficos
- Se Realizó el catastro de 140 metros lineales en total 10 pozos inspeccionados, de los cuales 60 metros corresponden a aguas lluvias y 80 metros corresponden a alcantarillado residual; sus diámetros varían desde 0.2 metros hasta los 0.68 metros. Además se encuentran tuberías de gres, concreto y PVC. Con el fin recolectar la información del estado de las estructuras del sistema de alcantarillado y las profundidades y diámetros de las tuberías que lo componen utilizando los formatos de la norma **NS-046** (Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado)
- Se Elaboró la base de datos geográfica una tabla (1) que contiene los atributos de cada elemento de red en formato XLS. y SHAPE. Diligenciando correctamente el formato de nodos y de líneas de cada atributo.

7. BIBLIOGRAFIA

EAAB-Norma Técnica **NS-046**: Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado

EAAB-Norma Técnica **NS-030**: Lineamientos para trabajos topográficos

EAAB-Norma Técnica **ANEXO VI** guía para la elaboración y/o actualización catastro de redes

EAAB-Norma Técnica **Guía procedimiento** para la entrega de planos, informes y shapefile a la diggerencia de tecnología Dirección de Información Técnica y Geográfica División Sistema de Información Geográfica.

8. INFOGRAFIA

<http://www.igac.gov.co/igac>

<http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal>

<http://sistec.acueducto.com.co/sistec/consultas.nsf>

[http://\Google\Google Earth\client\googleearth.exe"](http://\Google\Google Earth\client\googleearth.exe)

[http://www.sirgas.org/index.php?id=153&L=0.](http://www.sirgas.org/index.php?id=153&L=0)

[https://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html.](https://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html)