ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Fondo de Prevención
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CONTRATO No. 525 DE 2010

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO DE SEIS SITIOS DE MONITOREO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, DOS EN LA QUEBRADA LIMAS, DOS EN LA QUEBRADA CHIGUAZA Y DOS EN EL RÍO TUNJUELO.



ING. CIRO ANGEL PARRADO
TOPOGRAFÍA, POSICIONAMIENTO, SIG Y TELEDETECCIÓN

INFORME FINAL

ORIGINAL

ING. CIRO ANGEL PARRADO REYES

BOGOTA, D. C. DICIEMBRE 9 DE 2010

Nota Especial: De acuerdo con el Artículo 20 de la Ley 23 de 1982, los Derechos de Autor pertenecen al FOPAE.
La solicitud de reproducir éste documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al Director del FOPAE.

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.
Fondo de Prevención
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

TITULO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO DE SEIS SITIOS DE MONITOREO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, DOS EN LA QUEBRADA LIMAS, DOS EN LA QUEBRADA CHIGUAZA Y DOS EN EL RÍO TUNJUELO.

AUTOR: INGENIERO CIRO ANGEL PARRADO REYES
INGENIERO CONSULTOR

RESUMEN: El presente documento, describe los parámetros generales para la realización de los trabajos de los trabajos topográficos y batimétricos y presenta la totalidad de los documentos generados y obtenidos en el curso de la elaboración de los trabajos contratados por el FOPAE según el contrato 525/10. Este estudio inicia luego de la visita y el conocimiento de cada uno de los sitios objeto de medición en donde se indican y determinan las secciones específicas que van a ser medidas. El objeto central de este estudio consiste en la realización de un levantamiento topobatimétrico con procedimientos de topografía tradicional mediante la asistencia de un equipo de posicionamiento global (GPS) para obtener las coordenadas N, E, y Z a partir de la toma de datos campo de secciones transversales en el Sistema IGAC (MAGNA) de seis sitios así: dos sitios sobre el cauce de la quebrada Limas, otros dos sobre la quebrada Chiguaza y dos más sobre el cauce del río Tunjuelo. Descritos en términos generales así: Sitio 1 San José de los Sauces localizado en las coordenadas 4º32'54.01" N y 74º09'29.11" W y el Sitio 2 Juan José Rondón localizado en las coordenadas 4º33'40.20" N y 74º09'00.59" W ambos ubicados en la Localidad de Ciudad Bolívar y en la corriente de la Q. Limas. Sitio 3 La Gloria localizado en las coordenadas 4º32'39.56" N y 74º05'34.45" W ubicado en la localidad de San Cristóbal. Sitio 4 Molinos localizado en las coordenadas 4º33'10.55" N y 74º06'28.87" ubicado en la Localidad de Tunjuelito. Los Sitios 5 y 6 denominado Gravilleras y La Rápida se localizan en las coordenadas 4º32'00.30" N y 74º07'29.98" y en 4º32'12.29" N y 74º07'26.58" W respectivamente. Estos últimos dos sitios están en los límites de la Localidad de Tunjuelito y la Localidad de Ciudad Bolívar y sobre la corriente del río Tunjuelo.

Finalmente se realizan las mediciones con la ayuda de una estación total y de un nivel de precisión que a partir de los puntos determinados por sistema GPS facilita las mediciones locales de los elementos objeto del estudio. Se presentan los resultados obtenidos luego de la ejecución de los trabajos topográficos, del procesamiento digital de datos, de la generación de las secciones topográficas y batimétricas y de las cotas correspondientes a los 6 sitios. También se incluye las carteras electrónicas, la carteras procesadas y los datos numéricos en formato N, E y Z y los mismos datos numéricos elaborados mediante procesamiento digital y su presentación en forma de perfiles en formato ABSCISADO, X e Y de los perfiles de las secciones transversales y el registro fotográfico de la totalidad de los sitios.

PALABRAS CLAVES: Topografía, Batimetría, GPS, Posicionamiento Global, Río Tunjuelo, Quebrada Limas, Quebrada Chiguaza, Bogotá, Localidad de Ciudad Bolívar, Localidad de Tunjuelito, Localidad de San Cristóbal.
TERMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE: Río Tunjuelo, Topografía, Batimetría, Sensor Telemétrico, Mira, GPS.
CLASIFICACION DE SEGURIDAD: CLASIFICADO.
CONTRATO: 525 DE 2010.
IDIOMA: Español.
NUMERO DE PÁGINAS: 54
NUMERO DE COPIAS: DOS.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ESTACION TOTAL: Equipo topográfico actual que toma mediciones de distancias a partir de espejos prismáticos y ángulos por intermedio de un anillo marcado con ángulos.

GPS: Acrónimo de Global Position System. Sistema de Posicionamiento Global.

MAGNA-SIRGAS: Marco Geocéntrico Nacional y Sistema de Referencia para las Américas. Sistema actual de georrefenciación y medición planimétrica y altimétrica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

MIRA: Regla graduada que sirve para la toma de niveles del terreno.

NIVEL DE PRECISIÓN: Equipo topográfico que sirve para la toma de cotas o niveles.

SENSOR TELEMÉTRICO: Dispositivo electrónico que facilita las mediciones a distancia.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 4
INDICE DE ANEXOS 5
INTRODUCCIÓN 6
CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE 8
1.1 OBJETIVO 8
1.2 ALCANCE 8
CAPITULO 2. METODOLOGÍA 11
CAPITULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13
3.1 LOCALIZACIÓN 13
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13
CAPITULO 4. TRABAJO DE CAMPO 15
4.1 CARTOGRAFÍA BASE 15
4.2 PUNTOS TOPOGRÁFICOS 15
4.3 EQUIPOS 15
4.4 PUNTOS FIJOS DE REFERENCIA 15
4.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 16
4.6 COLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO 16
CAPITULO 5. TRABAJO DE OFICINA 17
5.1 GENERALIDADES 17
5.2 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON ESTACIÓN TOTAL 17
5.3 LEVANTAMIENTOS DE NIVELACIÓN 18
CAPITULO 6. RESULTADOS 19
6.1 PUNTOS FIJOS DE REFERENCIA 19
6.2 SITIO 1 SAN JOSÉ DE LOS SAUCES 19
6.3 SITIO 2 JUAN JOSÉ RONDÓN 20
6.4 SITIO 3 LA GLORIA 21
6.5 SITIO 4 MOLINOS 21
6.6 SITIO 5 GRAVILLERAS – SENSOR TELEMÉTRICO 22
6.7 SITIO 6 GRAVILLERAS – LA RÁPIDA 23
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 24
7.1 CONCLUSIONES 24
7.2 RECOMENDACIONES 24
CAPITULO 8. BIBLIOGRAFIA 25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 CERTIFICACION IGAC.

ANEXO 2 CERTIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE TOPOGRAFIA.

ANEXO 3. PUNTOS DE FIJOS DE REFERENCIA.

ANEXO 4.LISTADO NUMÉRICO DE LAS SECCIONES.

ANEXO 5 PLANO DE LOCALIZACIÓN PLANIMÉTRICA DE LAS SECCIONES.

ANEXO 6 PLANOS DE PERFIL DE SECCIONES TRANSVERSALES SITIOS 1 A 6.

ANEXO 7 ARCHIVOS DIGITALES.

INTRODUCCIÓN

El Decreto Distrital 332 de 2004, organiza el Régimen y el Sistema Distrital de Atención y Prevención de Emergencias de Bogotá – SDPAE, en cual establece que, la DPAE ejercerá las funciones de dirección, coordinación y control del conjunto de las actividades administrativas y operativas que son indispensables para atender las situaciones declaradas, sin perjuicio de las responsabilidades de cada una de las entidades distritales que se hayan previsto en los planes de emergencia y contingencia y las de coordinar y promover las acciones de prevención, mitigación y atención de desastres, calamidades y emergencias por parte de la SDPAE y hacer el seguimiento necesario como la autoridad técnica en riesgos y participación comunitaria.

Con el establecimiento de los objetivos del SDPAE, es importante que por intermedio de la participación de la DPAE, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital - DAPD y las entidades integrantes del SDPAE, determinar, instaurar y planificar para la adopción por el Alcalde Mayor que mediante Decreto Distrital 423 de 2006, el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias para Bogotá D.C., que tendrá una vigencia de diez *(10)* años, consistente en la reglamentación de las políticas y objetivos generales que en resumen deberá orientar las acciones de las entidades públicas y de los particulares en la gestión del riesgo público en el Distrito Capital.

El Plan de Desarrollo *"Bogotá Positiva: Para Vivir Mejor",* 2008 - 2012, dentro se su marco legal presenta y desarrolla la gestión integral del riesgo por intermedio del objetivo que lo estructura *"Derecho a la Ciudad",* que incorpora el Programa *"Bogotá Responsable ante el Riesgo y las Emergencias"* y que se halla incluido en el proyecto de inversión 0561 denominado *"Fortalecimiento de la Capacidad Técnica y Social para la Prevención y Manejo del Riesgo* ", que tiene como objetivo central la de contar con la información correspondiente sobre la amenaza, vulnerabilidad y riesgo que existan en el Distrito Capital y las herramientas de gestión necesarias para incorporar el conocimiento de la gestión integral del riesgo en la cultura ciudadana de la cual el componente 3 *"Sistemas de Monitoreo* " hace parte.

Las actividades que adelanta la Coordinación de Investigación y Desarrollo se aporta al Macro proceso de Gestión para el Análisis del Riesgo, es responsable del proceso Gestión Conocimiento del Riesgo, del cual hace parte el procedimiento *"Sistemas de Alerta Temprana*" y que el monitoreo hidrometeorológico hace parte integral de los distintos Sistemas de Alerta Temprana - SAT que desarrolla la DPAE y debido a que la amenaza, por su carácter dinámico puede ser modificada tanto positiva como negativamente de acuerdo con la intervención que se haga sobre ella o sobre el entorno, los SAT deben ser actualizados permanentemente y debe identificar las necesidades actuales y que por ello corresponde que el monitoreo deba adaptarse a esas necesidades identificadas.

Para el manejo adecuado de la información de las estaciones hidrológicas es prioritario conocer los niveles “cero” de las cotas reales de los distintos sitios objeto de las mediciones (miras) y tener a disposición esos valores en caso de reinstalación de estos puntos de medición en los diferentes eventos que se puedan presentar como robos, avenidas torrenciales o mantenimientos por el paso del tiempo y deterioro natural.

En la actualidad la DPAE opera cuatro sistemas de alerta –SAT de inundación por desbordamiento, estos son los SAT de los ríos Bogotá y Tunjuelo y de las quebradas Limas y Chiguaza.

En el marco SAT existen dos puntos de monitoreo en la zona de Gravilleras uno denominado “Gravilleras” con telemetría y el otro aproximadamente a 350 m. aguas abajo del anterior denominado “La Rápida” en donde se encuentra una mira.

Por otro lado en estudios realizados por la Agencia de Cooperación del Japón – JICA se realizó un estudio en donde se vinculó al SAT varios puntos de monitoreo sobre la quebrada Chiguaza que se cedieron al FOPAE como donación y que se hace necesario contar con la cota ”cero” ya que en ese estudio se identificaron diferencias con la topografía disponible en la DPAE en los sitios la Gloría y Molinos.

Así mismo, en la quebrada Limas existen tres puntos de monitoreo convencionales que fueron referenciados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM y el FOPAE mediante convenio 550/04 que recomendó la inclusión de dos puntos de monitoreo adicionales en los barrios San José de los Sauces y Juan José Rondón que son necesarios como objeto de medición dentro del Plan de Acción del Comité Interno de los Sistemas de Alerta Temprana de Inundación por Desbordamiento para el año 2010.

El presente trabajo contiene las características generales de planificación, puesta en marcha, desarrollo y finalización de los trabajos topográficos y de georreferenciación objeto de contrato 525 de 2010.

Este agrupa una descripción del contenido de los procedimientos realizados en los trabajos de campo y de oficina adelantados para la completa y cabal realización de la medición y la generación de las secciones transversales batimétricas, de elementos geométricos específicos localizados en los mismos lugares y de las cotas correspondientes a seis sitios así: dos sitios sobre el cauce de la quebrada Limas, otros dos sobre la quebrada Chiguaza y dos más sobre el cauce del río Tunjuelo.

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE

1.1 OBJETIVO

- Levantar topográficamente y batimétricamente con la ayuda del sistema GPS y en el Sistema IGAC (MAGNA) mediante secciones transversales seis sitios así: dos sitios sobre el cauce de la quebrada Limas, otros dos sobre la quebrada Chiguaza y dos más sobre el cauce del río Tunjuelo y representarlos en coordenadas N, E, y Z y en abscisado X, H cada uno de los numerales objeto de los trabajos.

- Indicar los pasos realizados para ejecutar los trabajos topográficos y batimétricos.

- Presentar los archivos digitales correspondientes a cada una de las mediciones realizadas para cada uno de los sitios conforme a las especificaciones solicitadas, normas y técnicas para estos procedimientos, además de las respectivas descripciones.

- Presentar los datos intermedios y los datos procesados correspondientes a los trabajos realizados.

- Presentar la información correspondiente a los trabajos realizados en dos copias en papel y sus correspondencias en archivos digitales en dos discos compactos iguales.

1.2 ALCANCE

Para el desarrollo y realización de los trabajos topográficos y batimétricos se determinan los siguientes aspectos a implementar según los trabajos contratados por el FOPAE y contemplados en el contrato 525/10.

Se instala para cada sección un par de puntos de referencia arriba de los niveles máximos de posibles aguas preferiblemente a no más de 100 metros de la mira hidrométrica o del sensor telemétrico y en cuanto sea posible en sitios o fundaciones que no estén en peligro de moverse.

A partir de los puntos anteriores se realizará el levantamiento topográfico y batimétrico en el Sistema IGAC (MAGNA) mediante secciones transversales de seis sitios así: dos sitios sobre el cauce de la quebrada Limas, otros dos sobre la quebrada Chiguaza y dos más sobre el cauce del río Tunjuelo.

A continuación se describen en detalle cada uno de los sitios y las actividades a desarrollar para cada uno de esos sitios, así:

- Sitio 1. Topobatimetría San José de los Sauces. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 54.01” de latitud Norte y 74º 09’ 29.11” de longitud W. Este sitio se encuentra en la corriente de la Quebrada Limas y pertenece a la Localidad de Ciudad Bolívar.

- Sitio 2. Topobatimetría Juan José Rondón. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 33' 40.20" de latitud Norte y 74º 09' 00.59" de longitud W. Este sitio se encuentra en la corriente de la Quebrada Limas y pertenece a la Localidad de Ciudad Bolívar.

- Sitio 3. La Gloría. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32' 39.56" de latitud Norte y 74º 05' 34.45" de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del la Quebrada La Chiguaza y pertenece a la Localidad de San Cristóbal.

- Sitio 4. Molinos. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 33' 10.55" de latitud Norte y 74º 06' 28.87" de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del la Quebrada La Chiguaza y pertenece a la Localidad de Rafael Uribe Uribe.

- Sitio 5. Gravilleras "Sensor Telemétrico". Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal que cruza el río Tunjuelo en inmediaciones de los predios que explota material de aluvión actualmente la compañía CEMEX y la toma de la cota del sensor telemétrico. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32' 00.30" de latitud Norte y 74º 07' 29.98" de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del río Tunjuelo y pertenece a la Localidad de Tunjuelito.

- Sitio 6. Gravilleras "La Rápida". Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal que cruza el río Tunjuelo en inmediaciones de los predios que explota material de aluvión actualmente la compañía CEMEX y la toma de la cota de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32' 12.29" de latitud Norte y 74º 07' 26.58" de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del río Tunjuelo y pertenece a la Localidad de Tunjuelito.

Los puntos topográficos levantados correspondientes a cada una de las secciones transversales se presentarán en abscisado X, H en donde X corresponde al abscisado y H corresponde a la cota determinada o calculada y en coordenadas N, E en donde N corresponde a la coordenada Norte y E corresponde a la coordenada Este de cada uno de los puntos. Todos los puntos se mostrarán en hojas del programa Excel en donde el orden de las columnas de la tabla será: ABSCISA, COTA, NORTE Y ESTE. Cada una de las secciones transversales debe corresponder al extremo de la margen izquierda mirando hacia aguas abajo.

La precisión prevista para las cotas reales será al centímetro. Las secciones transversales que se tomen en los sitios descritos, considerarán lo siguiente: Cada una de las secciones se tomarán transversalmente o perpendicularmente al cauce del río o perpendicular al flujo, las secciones transversales tendrán una longitud de por lo menos 200 metros o de base a base exterior de jarillón existente en donde se disponga de la distancia y los puntos adyacentes horizontalmente no se separen más de 0.50 m.

Los cambios en vegetación y material del lecho y bancas se indicarán en los planos correspondientes en cada una de las secciones transversales, lo mismo que la altura máxima de las bancas, fin de la vegetación, límite del agua y fondo del cauce.

Las estaciones hidrológicas presentes (umnímetros y limnigrafos) se mostrarán en el levantamiento, tomando la lectura de la altura del instrumento durante el levantamiento.

Para cada una de las secciones topográficas se realizará un registro fotográfico y se presentará en una base de datos georreferenciada en el software ArcGis.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el desarrollo técnico de este informe final es la que se presenta a continuación.

- Inspección de los sitios sujetos a medición y verificación del acceso a ellos.

- Revisión de la información de posicionamiento global, placas topográficas de amarre, la información cartográfica y topográfica existente.

- Inspección de campo en búsqueda de las placas geodésicas o topográficas necesarias para iniciar los trabajos de campo.

- Solicitud de la certificación del punto geodésico al IGAC del la placa: VÉRTICE BOGOTÁ 18. Punto certificado y conforme al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS del elipsoide GRS80 para la época 1995.4. Punto que sirve de base para la localización de los demás puntos de GPS del trabajo y que no está a más de 5 Km. de distancia de todos los demás puntos sujetos al posicionamiento.

- Inspección de campo detallada para el planteamiento específico de la ruta de ejecución de los trabajos de posicionamiento y ubicación de los equipos de nivelación y de telemetría (Estación Total), ubicación y materialización de los puntos en donde se localizarán los equipos anteriormente mencionados y verificación de existencia de visual entre ellos que garanticen una lectura clara y precisa hasta cualquiera de las secciones y los puntos objeto de la triangulación.

- Ubicación de los 12 puntos de referencia por medio de sistema GPS. Un par por cada uno de los sitios.

- Verificación y comprobación de funcionamiento de los equipos topográficos antes del inicio de las labores diarias tanto del nivel de precisión como de la estación total.

- Toma de la información desde los puntos de referencia desde la estación total, descarga de la información tomada en el colector de datos de la estación total que corresponde a las carteras electrónicas sin procesamiento en una computadora portátil y toma manual de los datos del nivel de precisión también desde los puntos de referencia.

- Verificación y conformación de la información final de los puntos ubicados.

- Post procesamiento de la información tomada en los colectores GPS y determinación de las coordenadas de cada uno de los puntos de referencia mediante programas informáticos propios del fabricante del equipo GPS.

- Con los datos de los puntos de referencia anteriormente mencionados se procesan mediante programas informáticos, las carteras electrónicas planimétricas de la estación total y las carteras altimétricas manuales del proceso de nivelación para obtener las coordenadas y las cotas definitivas de cada uno de los sitios sujetos de medición.

- Conformación y presentación del grupo de puntos en formato X, H, N y E presentando los valores de izquierda a derecha y aguas abajo como lo exige las condiciones contractuales.

- Presentación de las hojas de cálculos de los procesos de los datos de la estación total y del nivel de precisión.

- Generación de los planos de planta asociados tanto espacial como geográficamente a la base de datos correspondiente a escala 1:5000 acompañados con sus respectivas fotografías enlazadas.

- Generación de los planos en perfil de las secciones transversales a escala 1:500.

- Colección de la totalidad de la información y presentación del informe definitivo conforme a las normas establecidas por la DPAE.

CAPITULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN

Este trabajo se realiza en 6 espacios ubicados en la cuenca baja del río Tunjuelo y en la ribera de él, pertenecientes a jurisdicciones de las localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Tunjuelito de la ciudad de Bogotá. D. C.

Los trabajos topográficos se desarrollan en los lugares en donde el FOPAE tiene la necesidad de tomar las mediciones de seis secciones transversales, la medición a cinco miras y la medición a un sensor telemétrico y se localizan como se describe en el numeral 3.2.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se requiere realizar el levantamiento topográfico y batimétrico en el Sistema IGAC (MAGNA) mediante secciones transversales de 6 sitios, dos sobre la quebrada Limas, dos sobre la quebrada Chiguaza y dos más sobre el río Tunjuelo y representarlos en abscisado X, H y en coordenadas N, E.

Sitio 1. Topobatimetría San José de los Sauces. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 54.01” de latitud Norte y 74º 09’ 29.11” de longitud W. Este sitio se encuentra en la corriente de la Quebrada Limas y pertenece a la Localidad de Ciudad Bolívar.

Sitio 2. Topobatimetría Juan José Rondón. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 33’ 40.20” de latitud Norte y 74º 09’ 00.59” de longitud W. Este sitio se encuentra en la corriente de la Quebrada Limas y pertenece a la Localidad de Ciudad Bolívar.

Sitio 3. La Gloría. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 39.56” de latitud Norte y 74º 05’ 34.45” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del la Quebrada La Chiguaza y pertenece a la Localidad de San Cristóbal.

Sitio 4. Molinos. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal y toma del dato cero de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 33’ 10.55” de latitud Norte y 74º 06’ 28.87” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del la Quebrada La Chiguaza y pertenece a la Localidad de Rafael Uribe Uribe.

Sitio 5. Gravilleras “Sensor Telemétrico”. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal que cruza el río Tunjuelo en inmediaciones de los predios que explota material de aluvión actualmente la compañía CEMEX y la toma de la cota del sensor telemétrico. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 00.30” de latitud Norte y 74º 07’ 29.98” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del río Tunjuelo y pertenece a la Localidad de Tunjuelito.

- Sitio 6. Gravilleras “La Rápida”. Implantación de dos puntos de referencia en el sistema GPS, toma de una sección transversal que cruza el río Tunjuelo en inmediaciones de los predios que explota

material de aluvión actualmente la compañía CEMEX y la toma de la cota de la mira. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 12.29” de latitud Norte y 74º 07’ 26.58” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del río Tunjuelo y pertenece a la Localidad de Tunjuelito.

CAPITULO 4. TRABAJO DE CAMPO

4.1 CARTOGRAFÍA BASE

La cartografía que se utilizo para este proyecto es el mapa de la ciudad de Bogotá D.C. del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" IGAC a escala 1:2.000 de 1980 y en formato digital el plano de la ciudad de Bogotá D.C. de restitución de año 2000 y otro medio cartográfico que se aplico es el programa de computo Google Earth versión 5.1.3533.1731 que permite con imágenes satelitales disponibles de Digital Globe del sensor Quick Bird una visión general de la totalidad del área en donde se encuentran los lugares objeto de medición. Para la presentación de los planos de localización de las secciones a escala 1:5000, también se utilizan algunas coberturas del mapa de Bogotá.

4.2 PUNTOS TOPOGRÁFICOS

Se utiliza el siguiente vértice certificado por el IGAC como base para la toma de los puntos GPS de cada uno de los sitios.

Vértice BOGOTA-18 ubicado en inmediaciones del Cementerio Parque Serafín que para acceder a él se va por la actual Avenida a Villavicencio en el Km. 7 y cuya dirección es Av. Al Llano AC 51sur Km.7. Este punto sirve de apoyo para determinar las coordenadas y las cotas para cada uno de los sitios objetos de medición. Se reúne la certificación en el Anexo 1.

4.3 EQUIPOS

Se utiliza tres equipos distintos así: Un par de equipos de GPS de doble frecuencia marca Astech III con una base localizada el punto IGAC – BOGOTA 18 que sirve como estación fija y una estación móvil que permite determinar cada uno de los pares de puntos de cada uno de los sitios que son objeto de medición.

Un equipo de topografía Estación Total Topcon GTS-236W de precisión angular al segundo y con alcances de lectura con prisma sencillo de 2600 m de distancia en longitud, con capacidad para almacenar hasta 10000 puntos topográficos, con lectura vertical cenital y el acompañamiento de dos bastones con sus prismas para la lectura de los puntos.

Los trabajos de nivelación se realizan con un Nivel Automático CST/BERGER 24X de lectura directa y acompañado de dos miras telescópicas de 6 m de altura cuando se extienden totalmente.

Las certificaciones de los equipos Estación Total y del Nivel Automático se adjuntan en el Anexo 2.

4.4 PUNTOS FIJOS DE REFERENCIA

Los puntos fijos de referencia se disponen e instalan en pares para cada uno de los seis sitios teniendo en cuenta que se localicen en lugares altos, lejos de las corrientes máximas, por lo menos 3 metros más alto, se seleccionan lugares que no estén en lo posible sujetos a deslizamiento o movimientos de tierra y que en lo posible no estén a más de 100 metros de los sitios objeto de las mediciones. Con excepción del Sitio 1 en donde se localizaron a más de 100 metros porque las condiciones locales del terreno no facilitaron la instalación de los puntos de referencia en un sitio más cercano. Estos se implantan con tornillos de carrocero de 3 pulgadas de largo y se identifican con pintura roja.

4.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se ejecuta a partir de los pares de puntos fijos de referencia que se determinaron por medio del sistema de posicionamiento global (GPS) para cada uno de los sitios.

Se inicia la topografía tomando como coordenadas de inicio los puntos fijos de referencia tomados en el punto anterior y la orientación corresponde al azimut plano verdadero la dirección existente entre los puntos de fijos de referencia, a partir de ellos se inicia el traslado mediante poligonal abierta hasta el sitio en donde se toman los detalles necesarios para el objeto de este contrato como son: las secciones transversales, los detalles de las miras y los cambios en los detalles que componen el perfil de cada uno de los sitios específicos.

La nivelación de precisión también se realiza a partir de los puntos fijos de referencia mediante cambios de nivel y vistas atrás y adelante para llevar el valor de la cota verdadera hasta las miras, en donde existen, y para la determinación del sensor telemétrico del Sitio 5 Gravilleras "Sensor Telemétrico".

La duración de los trabajos topográficos en campo es de 7 días tanto de geoposicionamiento como de toma directa de datos topográficos.

4.6 COLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

Los datos de los equipos de GPS se colectan en dispositivos de la marca del equipo en donde se presentan los archivos denominados RINEX que son los que contienen la información referente a la toma de datos de los satélites que incidieron en la determinación de los puntos fijos de referencia.

Para la colección de datos topográficos de campo se optó por consignar diariamente la información contenida en el colector de datos del equipo de la estación total y las anotaciones correspondientes a las tomadas con el nivel de precisión.

Estos productos digitales se presentan con en formatos propietarios y se transmiten y se transfieren a diario mediante una interfase de datos RS-232/USB en un computador portátil para un pre-procesamiento y post-procesamiento según el dispositivo que origine de los datos.

CAPITULO 5. TRABAJO DE OFICINA

5.1 GENERALIDADES

El trabajo de oficina consiste en analizar y verificar la integridad de los datos de campo descargados de los equipos de GPS Astech III que permanecen en Formato RINEX y que son comparados con los tomados en ese mismo formato por el IGAC en su sitio de rastreo. Mediante cotejo de las coordenadas de los dos sistemas y con la ayuda de un programa de cómputo propio de los equipos GPS, se determina la posición precisa de los puntos tanto en elevación como en planimetría de los datos tomados en los puntos fijos de referencia

Además de lo anterior también se hace necesario analizar y verificar los datos de campo descargados de la estación total para posteriormente procesarlos mediante programas de computo y finalmente convertir los datos digitales en datos de coordenadas N, E y Z correspondientes a los levantamientos topográficos.

5.2 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS CON ESTACIÓN TOTAL

El trabajo consiste en calcular y georreferenciar los puntos topográficos tomados en campo mediante el programa Reducer 3.2 y correr las poligonales mediante en programa Connex 1.16.

Con la concurrencia de las carteras de nivelación ajustadas y verificadas, los valores hallados en ellas se incluyen en los campos correspondientes a las carteras de la poligonal básica inicial. Posteriormente los datos de la poligonal básica se digitalizan y luego se ejecuta un segundo proceso, que corresponde a la verificación y ajuste necesario de los datos tomados en campo, tanto de las poligonales básicas como de los detalles que conforman la información de las secciones transversales.

A partir de este punto se exportan los puntos y se producen las carteras planimétricas y altimétricas definitivas, luego se hacen visibles en el programa de AutoCAD 2004 en donde se conforman y presentan el grupo de puntos en formato PT, N, E, Z, DESC que corresponde a (Punto No., Norte, Este, Elevación y Descripción).

El procesamiento cartográfico del levantamiento por secciones transversales se ejecuta empleando el módulo Profiles del Programa de computadora EaglePoint Vrsn. 2004, bajo un modelo tridimensional controlado, lo que representa definir y respetar las barreras físicas actuales, condicionando la interpretación, sin permitir el desempeño del programa a su libre esquema de procesamiento.

Como resultado de la actividad anterior, se define la salida gráfica de 3 Planos Topográficos en donde se presenta la localización planimétrica de cada una de las secciones de los sitios y la localización de de los puntos fijos de referencia a escala 1: 2.500. Se define también la presentación de las secciones transversales en presentación de perfil a escala 1:500 H y 1:500 V.

Para una mejor aplicación del programa se procesaron parcialmente en tres dimensiones los diferentes elementos topográficos levantados, lo cual dio como resultado la no generación de errores y una mayor precisión y calibración para las secciones transversales.

5.3 LEVANTAMIENTOS DE NIVELACIÓN

Consiste en el cálculo para la nivelación de todos los sitios. Se digitan los datos de la nivelación y se realiza del primer procesamiento, verificación y ajuste necesario de los datos tomados en campo, tanto de las poligonales básicas como de los datos de las nivelaciones para cada uno de los sitios.

Los datos obtenidos de las carteras de nivelación se usan en los ajustes de la cotas en las carteras tomadas en la estación total.

CAPITULO 6. RESULTADOS

En la siguiente tabla se resume las mediciones realizadas para los 6 sitios del estudio.

SITIO	NOMBRE	CORRIENTE	PUNTOS FIJOS DE REFERENCIA	MIRA	SENSOR	No. DE SECCIONES
SITIO 1	SAN JOSÉ DE LOS SAUCES	Q. LIMAS	2	1	-	1
SITIO 2	JUAN JOSÉ RONDON	Q. LIMAS	2	1	-	1
SITIO 3	LA GLORIA	Q. CHIGUAZA	2	1	-	1
SITIO 4	LOS MOLINOS	Q. CHIGUAZA	2	1	-	1
SITIO 5	GRAVILLERAS	RÍO TUNJUELO	2	-	1	1
SITIO 6	LA RÁPIDA	RÍO TUNJUELO	2	1	-	1

Tabla 1 Mediciones realizadas para cada uno de los sitios.

6.1 PUNTOS FIJOS DE REFERENCIA

En la siguiente tabla se resume la localización, ubicación y elevación de los puntos de referencia emplazados.

PUNTO_ID	SITIO	N_SITIO	COORDENADAS NORTE	COORDENADAS ESTE	ELEVACION
5	SITIO 1	SAN JOSE DE LOS SAUCES	94397.847	91038.432	2783.584
6	SITIO 1	SAN JOSE DE LOS SAUCES	94430.298	91005.705	2784.225
3	SITIO 4	MOLINOS	95169.721	96622.105	2584.223
4	SITIO 4	MOLINOS	95255.739	96609.468	2584.287
1	SITIO 3	LA GLORIA	94256.192	98273.812	2756.398
2	SITIO 3	LA GLORIA	94297.723	98265.452	2755.293
7	SITIO 2	JUAN JOSE RONDON	96116.619	91925.593	2578.069
8	SITIO 2	JUAN JOSE RONDON	96107.321	91893.580	2580.194
9	SITIO 5	GRAVILLERAS - SENSOR TELEMETRICO	93042.415	94583.235	2582.724
10	SITIO 5	GRAVILLERAS - SENSOR TELEMETRICO	93068.295	94707.014	2580.305
11	SITIO 6	GRAVILLERAS - LA RAPIDA	93424.306	94853.337	2576.035
12	SITIO 6	GRAVILLERAS - LA RAPIDA	93419.941	94836.192	2576.184

Tabla 2 Resumen de los Puntos Fijos de Referencia obtenidos.

6.2 SITIO 1 SAN JOSÉ DE LOS SAUCES

Este sitio es denominado San José de los Sauces por el barrio en que se encuentra. No existe nomenclatura de la ciudad en este lugar. En este sitio se implantan dos puntos de referencia en el sistema GPS que se localiza uno a unos 30 m sobre la vía que conduce al municipio de Soacha y el otro en la curva interna de la vía que conduce hacia el barrio bella flor, estos puntos están el primero a 218 m del sitio de sonde se ubica la mira y el otro a 190 m. La localización de estos puntos obedece a que en el lugar no existe facilidad para la instalación de esos puntos. Adicionalmente se toma una sección transversal de 100.164 m que esta limitada por el asentamiento de viviendas. Se realiza también la toma del dato cero de la mira en 2768.684 m.s.n.m. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 54.01” de latitud Norte y 74º 09’ 29.11” de longitud W. Este sitio se encuentra en la corriente de la Quebrada Limas y pertenece a la Localidad de Ciudad Bolívar.



Foto 1. Sitio No. 1 San José de los Sauces.

6.3 SITIO 2 JUAN JOSÉ RONDÓN

Este sitio es denominado Juan José Rondón el cual esta en inmediaciones de este mismo barrio. La dirección aproximada es la carrera 20 con la calle 68 sur de la nomenclatura de oficial de Bogotá. En este sitio se implantan dos puntos de referencia en el sistema GPS, uno a 25 m del sitio de la mira y el otro a 40 metros ambos sobre la carrera 20. Adicionalmente se toma de una sección transversal de 54 m que esta limitada por los asentamientos normalizados de viviendas. También se toma el dato cero de la mira en 2575.589 m.s.n.m. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 33’ 40.20” de latitud Norte y 74º 09’ 00.59” de longitud W. Este sitio se encuentra en la corriente de la Quebrada Limas y pertenece a la Localidad de Ciudad Bolívar.



Foto 2. Sitio No. 2 Juan José Rondón.

6.4 SITIO 3 LA GLORIA

El sitio la gloria se encuentra en los límites de barrio la gloria oriental y el barrio canadá o guira. La dirección aproximada en la diagonal 45 sur con la carrera 6 este. En este sitio se implantan dos puntos de referencia en el sistema GPS que se encuentran el primero a 15 m y al otro a 35 de la mira levantada, el primero se ubica el una cancha de microfutbol al norte de la mira y el otro una calle más al norte de ese sitio. Aquí se toma de una sección transversal de 43.90 m y que esta limitada por las viviendas existentes. Adicionalmente se toma el dato cero de la mira en 2749.378 m.s.n.m. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 39.56” de latitud Norte y 74º 05’ 34.45” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del la Quebrada La Chiguaza y pertenece a la Localidad de San Cristóbal.



Foto 3. Sitio No. 3 La Gloria.

6.5 SITIO 4 MOLINOS

El sitio se encuentra en el barrio Molinos en un parque zonal que lleva el mismo nombre. La dirección es la carrera 5 con la calle 48 P sur de la nomenclatura oficial de Bogotá. Aquí se implantan dos puntos de referencia en el sistema GPS, uno en el andén frente a la escuela y el otro en un borde del patinódromo del parque zonal. Se toma de una sección transversal de 201.88 m y se toma el dato cero de la mira existente en la cota 2580.113 m.s.n.m. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 33’ 10.55” de latitud Norte y 74º 06’ 28.87” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del la Quebrada La Chiguaza y pertenece a la Localidad de Rafael Uribe Uribe.



Foto 4. Sitio No. 4 Molinos.

6.6 SITIO 5 GRAVILLERAS – SENSOR TELEMÉTRICO

La entrada a este sitio se realiza por la Av. Al Llano AC 51sur Km.7el Km. En este sitio se implantan dos puntos de referencia en el sistema GPS, el primero en el andén peatonal del lado sur en frente del dispensador de material granular y el otro en el sendero peatonal opuesto y cerca de la entrada al puente peatonal. Aquí se toma de una sección transversal de que cruza el río Tunjuelo en inmediaciones de los predios que explota material de aluvión actualmente la compañía CEMEX la longitud de la sección es de 207.339 m. También se toma la cota del sensor telemétrico existente en un puente peatonal que corresponde a la cota de 2579.608 m.s.n.m. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32’ 00.30” de latitud Norte y 74º 07’ 29.98” de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del río Tunjuelo y pertenece a la Localidad de Tunjuelito.



Foto 5. Sitio No.5 Gravilleras - Sensor Telemétrico.

6.7 SITIO 6 GRAVILLERAS – LA RÁPIDA

La entrada a este sitio se realiza por la Av. Al Llano AC 51sur Km.7el Km., éste se encuentra a 390 metros del sitio anterior aguas abajo del sitio en donde se halla el sensor telemétrico. Se va hasta el sitio por un carreteable que existe en el costado izquierdo del río Tunjuelo. La mira se ubica en una estructura en concreto a la izquierda aguas abajo. En este sitio se implantan dos puntos de referencia en el sistema GPS, el primero sobre la estructura de concreto del lado oriental y el otro en la estructura de concreto del lado opuesto. Aquí se toma la medición de una sección transversal de 208.50 m de longitud y se toma la información del dato cero de la mira en la cota 2571.605 m.s.n.m. El sitio se localiza geográficamente en las coordenadas 4º 32' 12.29" de latitud Norte y 74º 07' 26.58" de longitud W. Este sitio se encuentra en el cauce del río Tunjuelo y pertenece a la Localidad de Tunjuelito



Foto 6. Sitio No.6 Gravilleras – La Rápida.

Para todos los sitios anteriormente mencionados el listado numérico de las secciones se encuentra en el Anexo 4, los planos correspondientes a la localización planimétrica de las secciones en el Anexo 5, los perfiles de las secciones transversales y los detalles de las miras y del sensor telemétrico se encuentran en el Anexo 6 y los archivos digitales del todo el trabajo se encuentran en el Anexo 7.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Este estudio permite conocer la localización espacial y geográfica de los puntos que permiten confeccionar 6 secciones transversales, determinar la geometría de 2 estructuras hidráulicas, la cota de un sensor telemétrico y la cota cero de 5 miras.

Las mediciones anteriores facilitarán los análisis correspondientes para el control de crecientes o de cotas máximas de inundación.

La información obtenida en las mediciones que se realizaron en este trabajo puede conseguir la mejora de los modelos hidráulicos existentes en caso de sedimentación o erosión en la dinámica fluvial del río Tunjuelo ya se trate de reconciliar antiguas mediciones o incorporar las actuales.

Por otro lado se hace importante hacer énfasis en que las mediciones efectuadas en este trabajo pueden variar con el tiempo, según los niveles de las aguas, la sedimentación presentada o la erosión en la que la corriente del río afecte su cauce.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer un programa de inspección, de mediciones periódicas y de registro en donde se verifique que el cálculo actual de las secciones transversales permanece actual y que las informaciones tomadas presenten la exactitud necesaria para que en tiempos de emergencia se permita una focalización acertada en la toma de las medidas oportunas y adecuadas.

De otra parte el mantenimiento periódico en la pintura de las miras es importante para que la observación de la altura de la lámina agua siempre sea consistente con los valores allí representados.

CAPITULO 8. BIBLIOGRAFIA

MAIDMENT, David. et. Al. Hydrologic and Hydraulic Modelling Support with Geographic Information System. Esri Press. 2000.

TORRES, Nieto Álvaro et Al. Topografía. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pag. 405 - 414. Bogotá. 2001.