

**CLASIFICADO**



**FONDO PARA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS  
FOPAE**



**CALLE 44 No. 14-30 OF. 908  
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA**

**ELABORACIÓN DE DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN  
Y RAFAEL URIBE URIBE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**CONTRATO 515-2006**

**BARRIO BUENAVISTA, SECTOR II  
LOCALIDAD DE USAQUÉN**

**VOL. 1 - INFORME FINAL**

**Mayo 29 de 2007**

**CLASIFICADO**



**FONDO PARA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS  
FOPAE**

**CONSORCIO GEOSTAB**



**CALLE 44 No. 14-30 OF. 908  
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA**

**ELABORACIÓN DE DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN  
Y RAFAEL URIBE URIBE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**CONTRATO 515-2006**

**BARRIO BUENAVISTA, SECTOR II  
LOCALIDAD DE USAQUÉN**

**VOL. 1 - INFORME FINAL**

**Mayo 29 de 2007**



**ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE  
EMERGENCIAS - FOPAE**

**TITULO:** ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES USAQUÉN Y RAFAEL URIBE URIBE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

Barrio Buenavista sector II, Localidad de Usaquén

**AUTORES:** Consorcio GEOSTAB

**RESUMEN:** En éste informe se presentan los estudios y análisis necesarios para mitigar los riesgos inminentes por fenómenos de remoción en masa, y se presentan las posibles alternativas de corrección, diseño de las obras de prevención y/o control propuestas, cantidades, presupuesto y especificaciones técnicas de su construcción.

**PALABRAS CLAVE:** Barrio Buenavista Sector II, Deslizamientos, Diseño, Ensayos, Exploración, Localidad de Usaquén.

**TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE:**

**Fenómenos de remoción en masa:** Deslizamiento de tierra.

<b>CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:</b> Clasificado	<b>CONTRATO:</b> No. 515 de 2006	<b>IDIOMA:</b> Español	<b>NÚMERO DE PÁGINAS:</b> 131	<b>NÚMERO DE COPIAS:</b> 3
---	-------------------------------------	---------------------------	----------------------------------	-------------------------------

**NOTAS/OBSERVACIONES:**

El informe consta de:

- Volumen 1 – Informe Final

### LISTA DE DISTRIBUCIÓN

<b>CLASE DE DOCUMENTO:</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>FECHA:</b>
Informe Final	GEO - 03	29/05/2007

### LISTA DE DESTINATARIOS

<b>DESTINATARIO DEL INFORME</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>
FOPAE	ORIGINAL
FOPAE	COPIA 1
FOPAE	COPIA 2
FOPAE	COPIA 3

### CONTROL DE MODIFICACIONES

<b>ÍNDICE REVISIÓN</b>	<b>CAPITULO MODIFICADO</b>	<b>FECHA DE MODIFICACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>APROBADO</b>
Rev. 01	Todos	16/02/2007		
Rev. 02	Diseño Especificación	20/03/2007		
Rev. 03	Diseño Especificación técnicas	17/07/2007		
Rev. 04	Forma y contenido	14/08/2007		

## CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	
1. GENERALIDADES .....	16
1.1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
1.2. ALCANCES .....	16
1.3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO .....	18
1.4. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	19
2. TOPOGRAFÍA.....	21
2.1. CARTOGRAFÍA BASE.....	21
2.1.1. Localización cartográfica de área .....	21
2.1.2. Puntos Topográficos .....	21
2.2. EQUIPO .....	22
2.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	22
2.3.1. Etapas del levantamiento topográfico .....	22
3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA .....	24
3.1. OBJETIVO .....	24
3.2. ALCANCES .....	24
3.3. METODOLOGÍA .....	24
3.4. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL .....	25
3.5. GEOLOGÍA LOCAL .....	27
3.5.1. Toma de datos estructurales .....	27
3.5.2. Descripción de barrenos manuales .....	27
3.5.3. Descripción de los Apiques.....	28
3.5.4. Descripción de las trincheras.....	29
3.5.5. Elaboración del modelo geológico .....	29
3.5.6. Unidades Litológicas del Área de Estudio.....	30
3.5.7. Hidrogeología local .....	33
3.6. GEOMORFOLOGÍA LOCAL .....	34
4. ANÁLISIS GEOTÉCNICO .....	35
4.1. OBJETIVO .....	35

---

4.2. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS .....	35
4.2.1. Pruebas in-situ.....	35
4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	37
4.3.1. Análisis de resultados .....	37
4.3.2. Análisis Retrospectivo .....	40
4.3.3. Determinación de propiedades .....	41
4.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ACTUAL.....	41
5. ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACIÓN .....	42
6. DISEÑO DE OBRAS .....	43
6.1. OBRAS .....	43
6.1.1. Excavación superficial del talud .....	43
6.1.2. Cubrimiento del talud con cespedón.....	44
6.1.3. Muro de gaviones de la pata .....	44
6.1.4. Cubrimiento con pañete y concreto del muro de gaviones .....	44
6.1.5. Instalación de baranda.....	45
6.2. PRESUPUESTO.....	45
6.3. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	45
6.4. PLAZO DE CONSTRUCCIÓN .....	46
7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	47
7.1. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO .....	47
7.1.1. Descripción .....	47
7.1.2. Equipos .....	47
7.1.3. Procedimiento.....	47
7.1.4. Medida y pago .....	47
7.1.5. Ítem de pago.....	48
7.2. EXCAVACIÓN MANUAL.....	48
7.2.1. Descripción .....	48
7.2.2. Clasificación .....	48
7.2.3. Construcción .....	48
7.2.4. Medida y pago .....	50
7.2.5. Ítem de pago.....	50
7.3. PROTECCIÓN DE TALUDES .....	50
7.3.1. Descripción .....	50
7.3.2. Materiales .....	51
7.3.3. Equipo .....	51
7.3.4. Ejecución de los trabajos.....	51

---

7.3.5. Condiciones para el recibo de los trabajos.....	52
7.3.6. Medida y pago .....	53
7.3.7. Ítem de pago.....	53
7.4. GAVIONES .....	53
7.4.1. Descripción .....	53
7.4.2. Materiales .....	53
7.4.3. Equipo .....	54
7.4.4. Ejecución de los trabajos.....	54
7.4.5. Condiciones para el recibo de los trabajos.....	55
7.4.6. Medida y pago .....	56
7.4.7. Ítem de pago.....	56
7.5. PROTECCIONES CON MORTERO .....	57
7.5.1. Descripción .....	57
7.5.2. Materiales .....	57
7.5.3. Ejecución de los trabajos.....	57
7.5.4. Medida y pago .....	57
7.5.5. Ítem de pago.....	57
7.6. ANDÉN .....	58
7.6.1. Descripción .....	58
7.6.2. Materiales .....	58
7.6.3. Ejecución de los trabajos.....	58
7.6.4. Condiciones para el recibo de los trabajos.....	59
7.6.5. Medida y pago .....	59
7.6.6. Ítem de pago.....	60
CONCLUSIONES .....	61
RECOMENDACIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA .....	63

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Cantidades de exploración .....	19
Tabla 2. Tipo y cantidad de los Ensayos de laboratorio realizados .....	19
Tabla 3. Coordenadas de puntos materializados .....	22
Tabla 4. Resultados de sondeos manuales 1, 2 y 3. ....	28
Tabla 5. Resultados de sondeos manuales 4 y 5.....	28
Tabla 6. Resumen de apique 1 .....	28
Tabla 7. Resultados de penetración estándar .....	36
Tabla 8. Resumen ensayos de laboratorio .....	38
Tabla 9. Propiedades de los materiales dependiendo de la profundidad.....	39
Tabla 10. Presupuesto de obra .....	45
Tabla 11. Cronograma de construcción .....	46



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa geológico regional.....	26
Figura 2. Ubicación de fotografías 1a, 1b, 2a, 2b y 2c.....	31

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	pág.
Fotografía 1. Ubicación general del sitio a estudiar .....	17
Fotografía 2. Vista general sobre el sitio de estudio el 22/Nov/2006.....	20
Fotografía 3. Conformación geológica de la zona de estudio.....	30
Fotografía 4. Materiales presentes en la zona .....	31
Fotografía 5. Afloramientos de la brecha de falla dentro de la zona de estudio...	32
Fotografía 6. Talud de más de 5m compuesto en mayoría por relleno.....	33

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Certificado de placas IGAC.....	64
Anexo 2. Cartera de levantamiento.....	67
Anexo 3. Registro de sondeos manuales.....	71
Anexo 4. Registro de apiques.....	77
Anexo 5. Registro de trincheras.....	79
Anexo 6. Inventario de viviendas.....	81
Anexo 7. Antecedentes.....	97
Anexo 8. Formato ensayos de laboratorio.....	99
Anexo 9. Cálculo de estabilidad.....	105
Anexo 10. Memorias de cálculo.....	118
Anexo 11. Planos.....	128

## GLOSARIO

### **Amenaza:**

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural con una cierta intensidad y potencialmente nocivo para las personas, bienes, infraestructura y/o medio ambiente, dentro de un periodo específico de tiempo y en un área delimitada geográficamente.

### **Antrópico:**

Se refieren a todas las actividades mediante las cuales el hombre transforma el medio natural. Tales como: obras civiles, deforestación, minería, actividades agrícolas, sobre pastoreo, uso del suelo, etc.

### **Colúvio:**

Son depósitos de pendiente. Se conforman como resultado de transporte bajo su propio peso de productos de meteorización y destrucción de rocas a distancias no tan grandes desde la fuente de su generación. Cuando los materiales, acumulados sobre las vertientes de montañas y pie de laderas, provienen de derrumbes y caídas de rocas, están compuestos de bloques y grava, depositados

### **Deluvio:**

Son depósitos de origen continental, formados sobre las laderas y sus partes bajas, como producto del lavado por aguas lluvias y de escorrentía superficial de las rocas meteorizadas y alteradas (suelo residual), ubicadas en las partes más altas. El material deluvial generalmente forma mantos de poco espesor.

### **Deslizamiento:**

Son movimientos en masa que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies de falla ó a través de una franja relativamente delgada de material. Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse razonablemente.

### **Deslizamiento Rotacional:**

Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular y cóncava.

### **Deslizamiento Traslacional:**

En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia fuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación.

### **Eluvio:**

Son el producto de la meteorización de rocas parentales, que no han tenido transporte alguno; está constituido por suelo residual y roca muy meteorizada, que se produce por acción de agentes atmosféricos.

### **Escarpe:**

Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia de área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie de escarpe dentro del material forma la superficie de falla.

### **Superficie de Falla:**

Corresponde a la superficie inferior que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se moviliza.

### **Vulnerabilidad:**

Es el nivel de exposición y predisposición de un elemento o conjunto de elementos a sufrir consecuencias negativas como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural o de origen antrópico, no intencional, de una magnitud dada.

## **RESUMEN**

En éste informe se presentan los estudios y análisis necesarios para mitigar los riesgos inminentes por fenómenos de remoción en masa, y se proponen las posibles alternativas de corrección complementados con el diseño de las obras de prevención y/o control propuestas, cantidades de obra, presupuesto y especificaciones técnicas que permitan realizar una correcta ejecución de la construcción.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de análisis y evaluación de riesgos en el Distrito Capital hace parte del plan de inversión del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias "FOPAE" cuya administración está a cargo de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias "DPAE" dependencia de la Secretaría de Gobierno.

En el Distrito Capital se registran situaciones de emergencia en sitios que presentan evidencias de condiciones de riesgo inminente, para las cuales personal de la DPAE recomienda (mediante diagnósticos técnicos) su inclusión en la Base de Datos de Sitios Críticos por Fenómenos de Remoción en Masa, para intervención con medidas de mitigación de riesgo. Por tal motivo, se requiere disponer de los servicios de ingeniería que garanticen la aplicación de criterios técnicos y el apoyo logístico adecuado para realizar el diseño de las obras en forma rápida, y poder así adelantar su construcción en corto tiempo.

Con base en lo anterior se celebró el Contrato de Consultoría No. 515 de 2006, suscrito entre el FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE BOGOTÁ – FOPAE y el CONSORCIO GEOSTAB, cuyo objeto es: "Elaboración de Diseños de Obras, Presupuestos y Especificaciones Técnicas en Sitios Críticos de Riesgo Inminente por Remoción en Masa en las Localidades de Usaquén y Rafael Uribe Uribe, en la Ciudad de Bogotá, D.C."

El documento presenta estudios geológicos y geotécnicos necesarios para realizar el análisis de ingeniería y el diseño detallado de las obras para estabilizar el talud inestable cuya área estudiada fue de 0.38 Ha, junto con los cálculos de cantidades de obra, presupuesto y especificaciones técnicas. El diseño realizado favorece directamente la estabilidad de 6 viviendas, habitadas por 6 familias y de un total de 17 personas y la vía urbana, Carrera 27 A.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El talud a estudiar se encuentra ubicado en la Localidad de Usaquén, Barrio Buenavista Sector II, Según nomenclatura urbana esta localizado en la Carrera 27ª entre las Calles 189 y 190 para el costado occidental y la Calle 189 entre las Carreras 27A y 27 para el costado sur. El acceso se hace por la Carrera Séptima y la Calle 189, por vías pavimentadas. En la fotografía 1 se presenta la ubicación de la zona de estudio.

### 1.2. ALCANCES

El estudio se enmarcó en los siguientes alcances, los cuales fueron suficientes para entender el proceso, conformar modelos, plantear alternativas de solución y elaborar el diseño más apropiado.

- **Recopilación y análisis de información secundaria disponible:** obteniendo y evaluando la información disponible relacionada con el área problema para conformara las primeras ideas del fenómeno.
- **Levantamiento topográfico detallado:** altimetría y planimetría a escala 1:250 amarrados a las placas IGAC, con curvas de nivel cada 0.25 m, plasmados en el plano topográfico.
- **Recopilación de información primaria:** levantamiento geológico, inventario y caracterización de los procesos morfodinámicos, inventario de daños de las viviendas, investigación del subsuelo y realización de ensayos de laboratorio.
- **Análisis geotécnico:** identificación de sitios inestables; análisis de estabilidad global y local para condiciones estáticas y dinámicas, tanto en condición actual como con las respectivas obras recomendadas.
- **Análisis de alternativas:** identificación de las medidas con las que se podía mitigar el proceso de inestabilidad y selección de la alternativa más apropiada.



- **Diseño de las obras:** elaboración de los planos con sus detalles para construir las obras, de acuerdo con la alternativa seleccionada. Incluyeron memorias de cálculo, cantidades de obra, presupuesto, especificaciones técnicas de construcción.

Fotografía 1. Ubicación general del sitio a estudiar



### 1.3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO

Los trabajos de consultoría se desarrollaron ajustados a los Términos de Referencia, siguiendo los métodos que se emplean comúnmente en estudio de zonas inestables y que comprenden fundamentalmente:

- Exploración
- Experimentación
- Análisis teóricos y diseños

En desarrollo de estos métodos fue necesario seguir la siguiente metodología en materia de exploración y experimentación:

- ***Recopilación y análisis de la información existente:*** Este trabajo comprendió la búsqueda, ordenamiento y análisis de la información disponible en diferentes entidades. Para tal efecto fue necesario consultar información que comprendió: cartografía, planchas geológicas, fotografías aéreas, estudios geotécnicos anteriores hechos en la zona, conceptos elaborados por DPAE, normas de E.A.A.B.

- ***Levantamiento topográfico:*** Altimetría y Planimetría del sector mediante uso de una estación total, realizando el barrido con nube de puntos y 5 secciones transversales al talud. Se incluyó: localización de viviendas, infraestructura visible de servicios públicos (energía, alcantarillado, teléfonos, etc.), vías, drenajes, accidentes topográficos y en general todo detalle que era de interés para el estudio y que se podía levantar.

El trabajo topográfico se amarró a placas del IGAC, con referencias materializadas para el replanteo posterior de las obras con 2 mojones. El producto del levantamiento topográfico fue el plano detallado, elaborado en escala 1:250.

- ***Levantamiento Geológico y Geotécnico de la zona:*** Comprendió este trabajo el reconocimiento del lugar, haciendo el levantamiento geológico que permitió conocer la litología, rasgos estructurales, grado de alteración de la roca, depósitos no consolidados y demás detalles de utilidad que sirvieron para crear el modelo geológico local (escala 1:250). Con el fin de conocer en detalle la naturaleza del subsuelo, se realizó la exploración requerida, la cual se encuentra reseñada en la Tabla 1 y en el Anexo 2 los correspondientes registros.

Tabla 1. Cantidades de exploración

TIPO DE EXPLORACIÓN	CANTIDAD	TOTAL (ml)
Sondeo manual (Sm)	5	20.5
Apiques (Ap)	1	1.6
Trincheras (Tr)	1	3.6

- **Ensayos:** Estuvieron constituidos por las pruebas de campo y laboratorio necesarias para conocer cuantitativamente las propiedades geotécnicas de los materiales que conforma el talud. Para tal efecto se procedió a realizar los ensayos resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipo y cantidad de los Ensayos de laboratorio realizados

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Humedad	Unid	9
Peso unitario	Unid	6
Peso específico de sólidos	Unid	2
Granulometría con lavado	Unid	4
Corte directo en suelos - 3 puntos	Unid	3

En condiciones de campo se realizó el ensayo de Penetración estándar aplicados en los sondeos.

- **Inventario de viviendas:** Se numeraron las viviendas afectadas y que potencialmente podrían sufrir alguna afectación por la inestabilidad o por la ejecución de las obras. Para esto se procedió a visitar las casas y consignar la información en formatos especiales elaborados para tal fin, los cuales pueden verse en el Anexo 2.

#### 1.4. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La problemática del área del estudio se descubre a través de la información consignada en la ficha para sitios de intervención en la zona de ladera del DPAAE (comunicación interna del FOPAE No. AE-3-0182-06); en donde indican que en la visita técnica de marzo 14 de 2006 se observó un talud en roca cubierto por un espesor de materiales provenientes de antiguas excavaciones y básicamente son escombros de construcción.

El talud presentó desprendimientos y deslizamientos de materiales superficiales, afectando principalmente el flujo vehicular de la Carrera 27A. Hasta la fecha estas manifestaciones continúan.

Las unidades familiares son en promedio de dos pisos, construidas en mampostería confinada, conformando manzanas. Estas viviendas están ubicadas en la corona del talud y no han reportado indicios de daños (ver Fotografía 2).

Fotografía 2. Vista general sobre el sitio de estudio el 22/Nov/2006



La principal causa de inestabilidad del talud posiblemente son los diferentes materiales de desechos de construcción que se encuentran depositados sobre un terreno que puede ser roca o eluvio.

Para comprobar dicha hipótesis se realizaron los correspondientes procesos de exploración.

## 2. TOPOGRAFÍA

El objetivo del levantamiento topográfico consistió en la elaboración de una cartografía básica para ubicar el área de estudio geográficamente y localizar en ella todos los accidentes del relieve, infraestructura y predios, geología, geomorfología y exploración geotécnica. Esto permitió, elaborar el modelo gráfico que se utilizó en el estudio.

### 2.1. CARTOGRAFÍA BASE

#### 2.1.1. Localización cartográfica de área

El área se localiza en un cuadrángulo que tiene como coordenadas planas:

N: 118750.000 m	E: 105750.000 m	en el extremo suroccidental
N: 118825.000 m	E: 105800.000 m	en el extremo nororiental

Con elevaciones entre 2635 y 2651 m.s.n.m., ocupa un área aproximada de 2780 m<sup>2</sup>; los datos están referenciados a las coordenadas cartesianas con origen en el punto con coordenadas geográficas 04° 41' 00.00" de Latitud Norte y 74° 09' 00.00" de Longitud Oeste de Greenwich a la cual se le asignaron las coordenadas planas 109320.965 metros al Norte y 92334.879 metros al Este respectivamente. Datum Observatorio Astronómico de Bogotá con el plano de proyección de 2550.000 m.s.n.m.

#### 2.1.2. Puntos Topográficos

Se tomó como punto de partida la placa topográfica CD324A que se localiza en la Calle 170, 8 metros abajo del número 19-11 en el andén y a 5 cm. del borde del área verde, placa con coordenadas planas N: 116698.241 m y E: 105675.872 m, con una elevación geométrica calculada por el IGAC de 2565.055 m.s.n.m. sobre el plano de referencia de 2550.000 m.s.n.m., con vista parcial a la placa CD325A localizada en el separador sur de la Carrera Séptima con calle 170 al frente del Restaurante El Cordero Dorado que está a una distancia de 423.65 m, con un Azimut Plano Norte al Este de 93° 54' 27.875". Se anexa la certificación IGAC. (Ver Anexo 1).

## 2.2. EQUIPO

El levantamiento se realizó con una Estación Total Nikon DTM-450 de precisión angular al segundo y con alcances de lectura con prisma sencillo de 2800 m de distancia en longitud, con capacidad para almacenar hasta 10000 puntos topográficos con la ayuda del colector de datos DTS48 HP, con lectura vertical cenital y el acompañamiento de tres bastones y una mira de 6 metros cada uno con sus respectivos prismas para la lectura de los puntos.

## 2.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realizó a partir de los puntos topográficos mencionados anteriormente, tomando como azimut verdadero la línea existente desde la placa CD324A con vista parcial a la placa CD325A mediante una poligonal cerrada, se trasladaron las coordenadas y la elevación a los diferentes puntos fáciles de acceder a tomar la información de las construcciones y el talud respectivo.

**Puntos de Referencia:** Corresponden a dos placas de bronce R1 y R2 ubicadas cerca al área de estudio identificadas en el Mapa Base con las letras R1 y R2, localizadas: R1 en el andén occidental de la Carrera 27 A y R2 en el sardinel opuesto al anterior en la misma Carrera 27 A cerca del plantel educativo. Existe vista entre ellas, su ubicación se refleja en el plano y sus coordenadas son:

Tabla 3. Coordenadas de puntos materializados

<b>PUNTOS</b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>ELEVACIÓN (m)</b>
<b>CD324A</b>	116698.241	105675.872	2565.055
R1	118751.747	105745.441	2636.216
R2	118831.989	105744.614	2639.108

### 2.3.1. Etapas del levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó en dos etapas, como se especifica a continuación:

### Primera etapa. Planimetría y Altimetría.

- *Zona Abierta:* Toma de información únicamente del área despejada con secciones transversales colocando los prismas en los cambios de pendiente hasta obtener un cubrimiento total del área de estudio, los intervalos entre las secciones varían entre 1m y 4m de distancia según las condiciones del terreno.
- *Zona de Construcciones y Detalles:* Toma de información de los puntos topográficos de infraestructura como son paramentos, andenes, construcciones, postes, pozos, cercas, etc. Este procedimiento tuvo una duración de 4 días y se tomaron 1600 puntos aproximadamente.

### Segunda etapa. Trabajo de oficina

- *Colección de la información de campo:* Para la colección de datos de campo se optó por consignar la información tomada en el colector de datos DTS48 HP, mediante una interfase de datos serial RS-232 y el programa de computadora EP Collect Data V.14.13.

El procesamiento cartográfico del levantamiento se ejecutó empleando el módulo Surface Modeling del Programa de computadora Eagle Point V.14.1, bajo un modelo de interpolación dirigida con un modelo en las tres dimensiones.

Como resultado de la actividad anterior, se definió la salida gráfica del plano Topográfico a escala 1:250 con curvas de nivel cada 0.25 metros, con el propósito de visualizar con las curvas las diferentes formas del relieve levantado.

El proceso así desarrollado puede entenderse como una conceptualización de un submodelo para un SIG, ya que primero se elaboraron las diferentes capas de información y posteriormente se hizo la interpolación. De esta manera entonces, se seleccionaron los postes de alumbrado y los pozos de inspección y demás amoblamiento urbano, se delinearon las vías y se delimitaron los taludes. Para una mejor aplicación del programa se procesaron parcialmente en tres dimensiones los diferentes elementos topográficos levantados.

### **3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA**

#### **3.1. OBJETIVO**

El objetivo específico de la caracterización geológica, hidrogeológica y geomorfológica del área consistió en elaborar un modelo gráfico - analítico del subsuelo, entendido como un sistema de elementos interrelacionados, que permitió evaluar la estabilidad del terreno. Los elementos básicos que constituyen el sistema son: rocas y depósitos no consolidados, relieve y procesos, aguas subterráneas.

#### **3.2. ALCANCES**

Los alcances del estudio geológico son los siguientes:

- Integración de geología y geomorfología local en el contexto regional.
- Levantamiento geológico directo incluyendo descripciones de perforaciones, apiques y trincheras, toma de muestras para ensayos de laboratorio.
- Descripción de procesos de inestabilidad presentes.
- Elaboración de mapa y secciones geológicas, creando un modelo geológico para cálculos de estabilidad.

#### **3.3. METODOLOGÍA**

En primer término se hizo la caracterización regional analizando la información secundaria, la cual comprende:

a) Mapa Geológico, Mapa de Zonificación Geotécnica y Mapa de Microzonificación Sísmica, a escala 1:50.000, elaborados dentro del Convenio Interadministrativo 01-93 del Proyecto de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá.



b) Informe Final "Estudio de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las obras de Mitigación en el Barrio Villa Nidia, Localidad Usaquén. Consorcio GIA-GEOCING, FOPAE, Diciembre del 2006.

c) Modelo Hidrogeológico para los acuíferos de Bogotá, elaborado para DAMA por Hidrogeocol Ltda.

La geología general, presentada en los estudios anteriores, sirvió de base para enmarcar el área de trabajo. En segundo término, se realizó la verificación de las unidades, definidas con ayuda de la información secundaria, en condiciones de campo.

La exploración geológica consistió en recolectar la información primaria y ubicarla en la cartografía básica para caracterizar el subsuelo y elaborar su modelo gráfico. La exploración geológica comprendió el reconocimiento del lugar, haciendo el levantamiento de la litología, fracturamiento, rasgos estructurales, grado de alteración de la roca y de consolidación de los depósitos, junto con otros detalles de utilidad para crear el modelo geológico local.

El trabajo se realizó mediante uso de métodos comunes de inspección visual y mediciones con instrumental geológico (brújula y penetrómetro de bolsillo). Además de los anteriores, se utilizaron perforaciones con barreno manual, apiques y trincheras.

Para la descripción de los fenómenos de inestabilidad presentes se levantó toda la información concerniente a procesos geodinámicos especificados en las fichas diseñadas para dicho propósito (ver Anexo 2). Los procesos identificados y levantados se ubicaron en el mapa geológico.

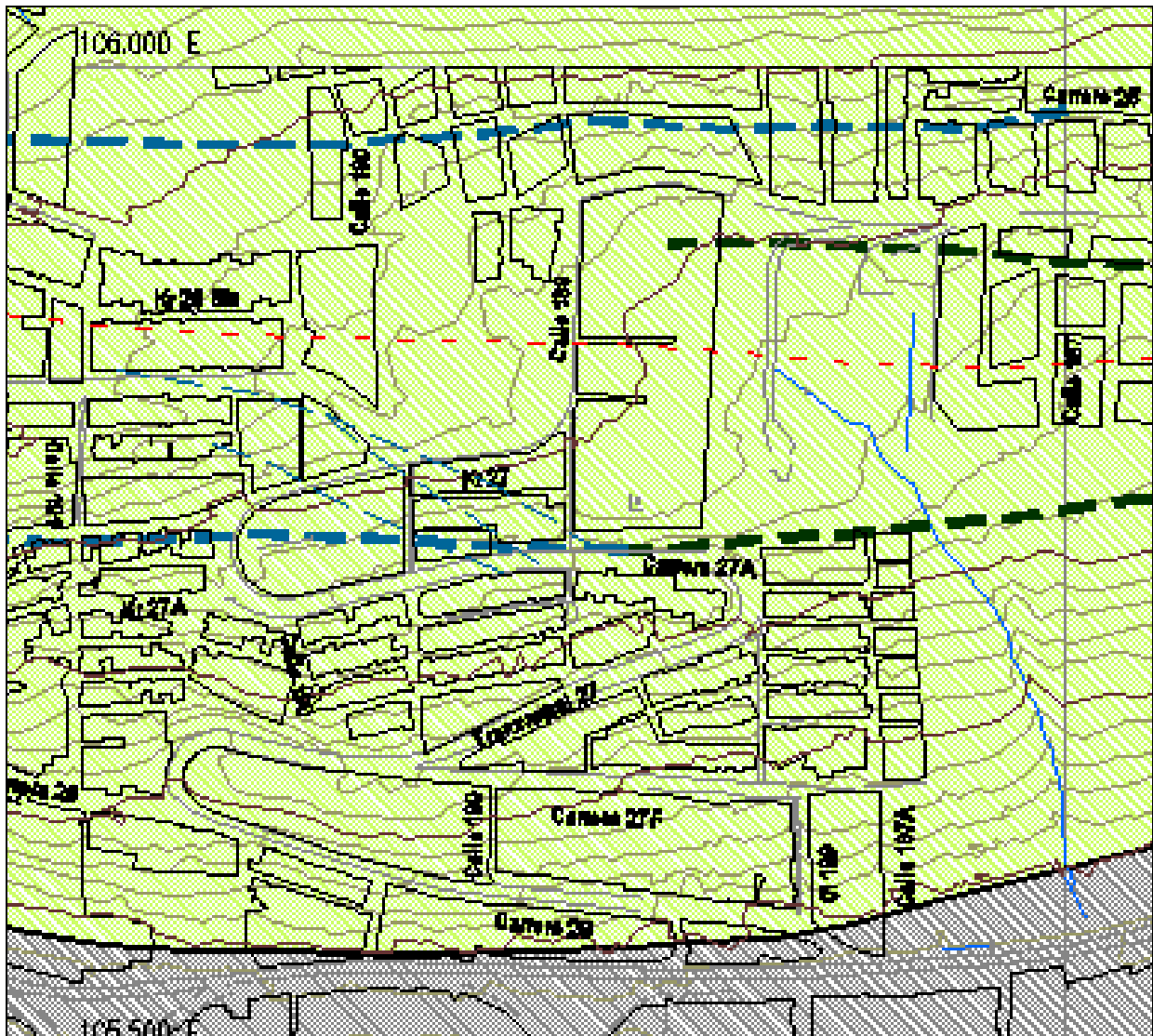
Logrados los objetivos anteriores y teniendo en cuenta los levantamientos hechos en campo, junto con los diferentes registros de exploración, se elaboró el mapa geológico detallado y 4 secciones perpendiculares a las curvas de nivel, ubicadas estratégicamente, de tal forma que tipifican el perfil del subsuelo.

### **3.4. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

De acuerdo con el mapa geológico regional, presentado en el Informe Final "Estudio de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las obras de Mitigación en el Barrio Villa Nidia, Localidad Usaquén" (2006), el área de estudio se encuentra ubicada dentro de la Formación Arenisca Tierna (Ksgt) tal como se presenta en la Figura 1.

La formación Arenisca Tierna aflora en los barrios El Codito y Mirador del Norte. Está definida por areniscas blancas a grises claras (que alteran a colores amarillentos), de composición cuarzosa y en algunos niveles levemente feldespáticas (con estos minerales alterados a arcillas blancas) de grano medio a grueso (incluso conglomerático), con estratificación gruesa a muy gruesa con presencia de estratificación interna inclinada e icnofósiles en las capas de techo. La cementación es variable, de friables a moderadamente cementadas. Las intercalaciones corresponden a capas de menos de 50 cm. de lodolitas (arcillolitas limosas) de colores grises claros, generalmente dispuestas en capas delgadas con estratificación ondulosa paralela y laminación plano paralela.

Figura 1. Mapa geológico regional



Las rocas de la zona de estudio conforman el flanco occidental del Anticlinal de Usaquén - la principal estructura del área. Este pliegue amplio presenta un rumbo general norte-sur. El área de estudio se encuentra en el flanco occidental de dicho anticlinal. Las unidades de roca se encuentran inclinadas entre 22 a 33 grados hacia el occidente, en el sentido de la pendiente del terreno; con rumbos que varían entre N 16 W a N 26 W.

En la figura 1 se puede apreciar que justo por el talud estudiado se traza un lineamiento de Falla en dirección aproximada Norte – Sur.

### **3.5. GEOLOGÍA LOCAL**

Para el cumplimiento del objetivo trazado, la exploración geológica se realizó desarrollando las siguientes actividades:

- Exploración superficial
- Sondeos con barrenos manuales
- Excavación de apiques y trincheras
- Análisis de la información recopilada

#### **3.5.1. Toma de datos estructurales**

El área de estudio se encuentra en una zona de brecha de falla, por lo cual no se pudo obtener información de datos estructurales ni columnas estratigráficas

#### **3.5.2. Descripción de barrenos manuales**

Con el propósito de identificar los tipos de depósitos no consolidados y de conocer sus espesores, además de tomar muestras para los ensayos de laboratorio, se llevaron a cabo cinco sondeos manuales en los lugares indicados en el Plano 2. Los registros de los sondeos se presentan en el Anexo 2.

A continuación, en las tablas 4 y 5 se aprecia un resumen de los resultados obtenidos, donde aparecen las profundidades y espesores de los materiales encontrados en los diferentes sondeos.

Tabla 4. Resultados de sondeos manuales 1, 2 y 3.

Sondeo \ Deposito	1			2			3		
	DE	A	Espesor	DE	A	Espesor	DE	A	Espesor
Relleno (Qr)	0	5.5	5.5	0	3.0	3.0	0	2.0	2.0
Eluvio (Qe)	5.5	7.5	2.0	3.0	3.5	0.5	2.0	2.5	0.5

Tabla 5. Resultados de sondeos manuales 4 y 5

Sondeo \ Deposito	4			5		
	DE	A	Espesor	DE	A	Espesor
Relleno (Qr)	0	2.0	2.0	0	4.0	4.0
Eluvio (Qe)	2.0	2.5	0.5	4.0	4.5	0.5

Como se puede observar en las tablas anteriores, el espesor de relleno antrópico (Qr) es considerable en el sitio, con un máximo de 5.5 metros hacia las partes más altas. El espesor máximo de eluvio (Qr) es de 2.0 m, pero generalmente es de alrededor de 0.5 m. Es necesario anotar, que todos los sondeos manuales llegaron hasta el nivel de la brecha de falla, donde no fue posible penetrar. En ninguno de los sondeos se encontró nivel freático.

### 3.5.3. Descripción de los Apiques

Se excavó 1 apique, cuya ubicación se presenta en el plano 2 y los registros en el anexo 2. A continuación, en las tablas 6 se presenta un resumen del resultado obtenido, donde aparecen la profundidad y espesor de los materiales encontrados.

Tabla 6. Resumen de apique 1

Apiques \ litología	1		
	DE	A	Espesor
Relleno (Qr)	0	1.6	1.6

Como se puede apreciar en la tabla 6, se encontró relleno antrópico a 1.6 m, de humedad media, color gris oscuro, matriz arenosa, con fragmentos de desechos

de construcción, restos de basura, palos, con raíces delgadas, pequeños cantos de roca. No se detectó presencia de agua.

#### **3.5.4. Descripción de las trincheras**

Se excavaron dos trincheras. Ubicadas en la parte sureste de la zona y parte alta del talud.

En la trinchera 1 (ver registro en Anexo 2) se encontró: Capa vegetal y material orgánico de 10 cm., se visualizo arenisca de humedad media grano medio, color amarillo oscuro friable, parte residual de la brecha de falla. La trinchera tuvo un largo de 1.5 m y 0, 6 m de profundidad.

En la trinchera 2 (ver registro en Anexo 2) se encontró: Relleno de color gris claro a oscuro, se presentan fragmentos de arenisca mezclados con el relleno, no se encontró roca, tiene desechos de construcción, la matriz es arenosa, bloques y rastros de construcción están en una proporción del 20%; La trinchera tuvo un largo de 2.1 m y 1.5 m de profundidad.

#### **3.5.5. Elaboración del modelo geológico**

En general, las actividades llevadas a cabo se encaminaron hacia la delimitación de contactos entre las diferentes unidades litoestratigráficas, definición de sus espesores y particularidades en cada sector, con el fin de conformar el modelo geológico del área (ver Plano 2).

El modelo presentado permite apreciar la conformación de una secuencia estratigráfica, de abajo hacia arriba, integrada por una brecha de falla, cuyo material de origen pertenece a la Formación Arenisca Tierna, continuadas por un suelo residual de dicha brecha, seguida de relleno antrópico.

En el área aledaña a la zona de interés, unos metros hacia abajo se aprecian afloramientos de varios metros de exposición tanto de la brecha como la formación Areniscas Tiernas.

Los afloramientos que se presentan en el área se pueden observar en las fotografías 3 y 4, con ubicación gráfica en la figura 2.

A continuación se hace una descripción de las unidades geológicas presentes en el área de estudio, las cuales se enuncian desde las más antiguas hasta las más recientes.

### 3.5.6. Unidades Litológicas del Área de Estudio

#### **Formación Arenisca Tierna (Ksgt)**

Geológicamente la zona de estudio se encuentra sobre una brecha de falla, la cual afecta a la Formación Arenisca Tierna:

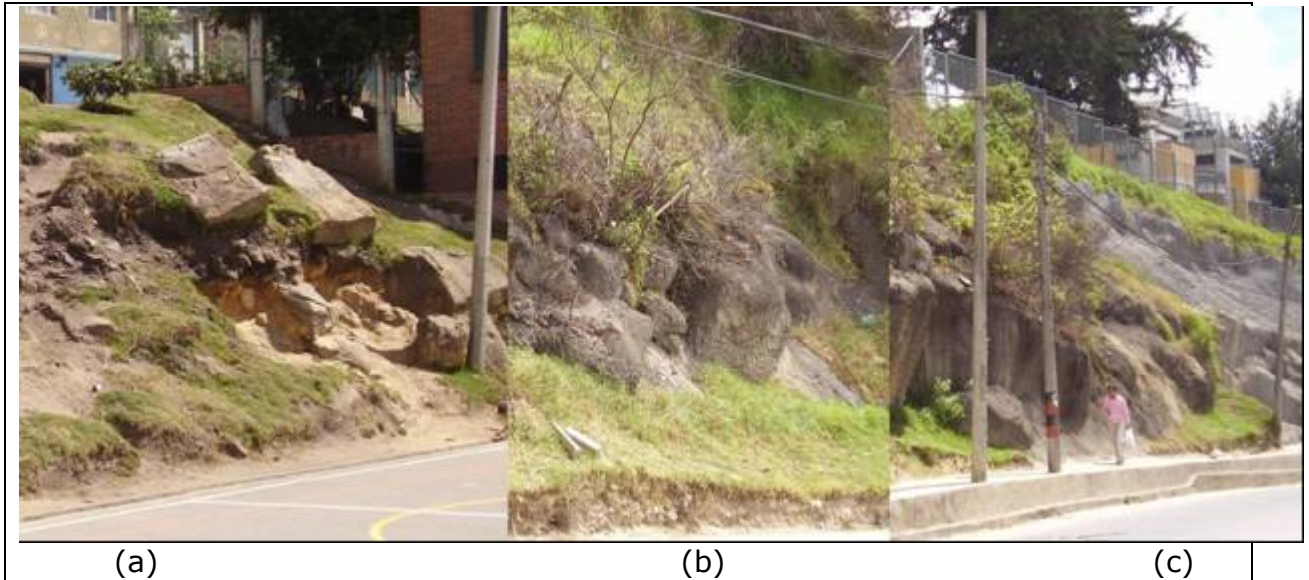
Fotografía 3. Conformación geológica de la zona de estudio



En la foto izquierda (1a) se aprecian afloramientos de más de 2 m de una secuencia de arcillolita y arenisca de estratificación gruesa, característicos de la Formación Arenisca Tierna. A la derecha (1b), muy cerca del sitio mostrado en la foto izquierda, se observa una zona muy alterada.

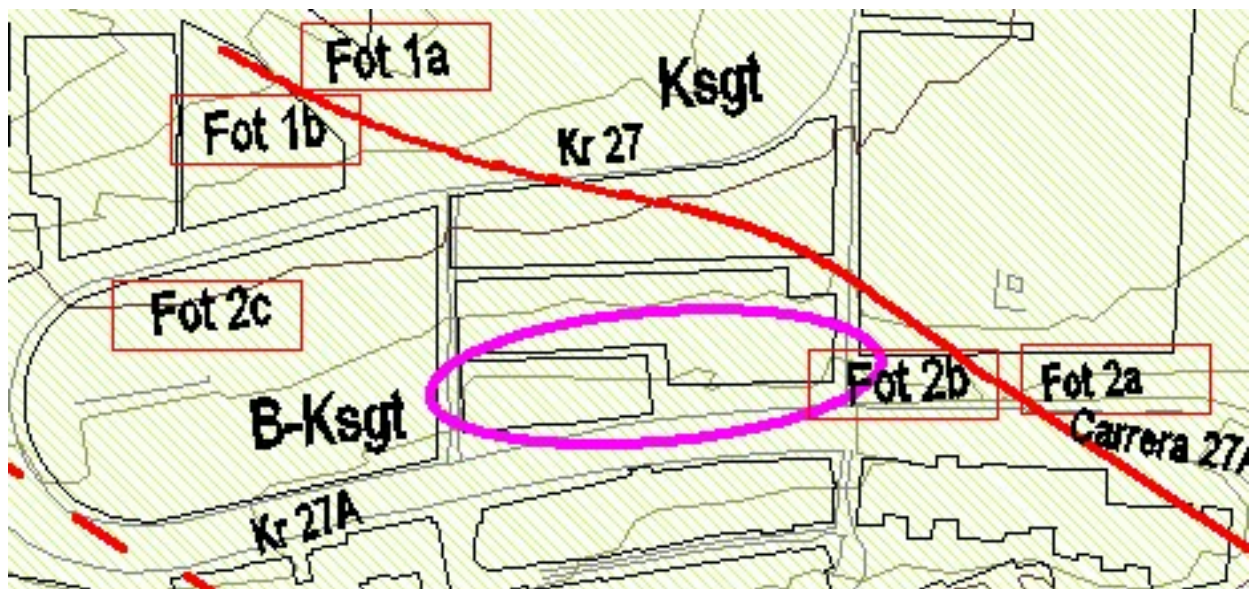


Fotografía 4. Materiales presentes en la zona



En la foto izquierda (2a) se observan bancos de arenisca, en la foto central (2b), a pocos metros de la anterior, se pierde la estratificación y en la foto derecha (2c) se ve el macizo fracturado.

Figura 2. Ubicación de fotografías 1a, 1b, 2a, 2b y 2c



En esta figura se aprecia la delimitación de la zona de brecha.

Al noroeste de la zona de estudio se observa una secuencia de arcillas y areniscas con orientación aproximada de N6W/16 SW; las arcillas son de color gris claro fisibles, en la parte meteorizada contiene vetas moradas y algunas incrustaciones de material con contenido de óxidos (ver fotografía 1a). En la parte sureste se observan 2 potentes bancos de areniscas duras silíceas, de mas de 2 metros de espesor, separadas por capas de arcillolitas de pocos centímetros; continuada por un estrato de 2 metros de arcillolita seguida por 1.2 metros de areniscas (ver foto 2a)

### **Brecha de Falla (Ksgt)**

Se identificó una zona brechada con un ancho aparente de más de 100 m. Comprende desde unos 20 m al sur calle 189 hasta la calle 190; y al noreste de la esquina de la carrera 27 con carrera 26A, hasta la carera 27A. La zona de estudio se encuentra sobre la brecha de falla. Se observan allí bloques desde 30cm. hasta 1.5 m de diámetro en una matriz areno arcillosa; el porcentaje es de un30 % de matriz y 70% de bloques (ver foto 5).

### **Depósito Eluvial (Qe)**

Llamamos eluvial a la parte alterada de la brecha de falla, que contiene suelo residual y algo de bloques meteorizados.

Fotografía 5. Afloramientos de la brecha de falla dentro de la zona de estudio





### **Relleno antrópico (Qr)**

Se trata de un depósito de material mixto, conformado por: suelo orgánico de color gris oscuro mezclado con desechos de construcción en proporción del 20%, fragmentos de roca arenisca, basuras (plásticos, cauchos, desechos orgánicos, pedazos de vidrio entre otros). Tiene humedad media.

El espesor de relleno en la parte superior varía entre 2.0 y 4.0 m, mientras en la parte inferior del talud este relleno tiene entre 2.0 y 5.5 m (ver Fotografía 6). Fue descubierto por la mayoría de exploraciones realizadas, tal como se puede apreciar en los registros del Anexo 2, Tablas 4, 5 y 6, lo mismo que en las secciones geológicas del Plano 2.

Fotografía 6. Talud de más de 5m compuesto en mayoría por relleno.



### **3.5.7. Hidrogeología local**

La interpretación de las condiciones hidrogeológicas locales se realizó con base en el modelo hidrogeológico para los Acuíferos de Bogotá, y de acuerdo con la exploración realizada en el sitio.

A juzgar por los materiales originales de la brecha de falla, ésta se comporta de forma permeable, toda vez que la Formación Arenisca Tierna es un acuífero de extensión regional de alto rendimiento.

En la exploración realizada en el área de estudio hasta una profundidad máxima de 7.5 m, donde se atravesaron depósitos cuaternarios y bloques de arenisca, no se encontró nivel freático.

De la información secundaria y las evidencias de la exploración, se puede deducir que los materiales del área son permeables y por lo tanto no es probable que allí se presenten niveles altos del nivel freático.

### **3.6. GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

Las expresiones geomorfológicas del área, donde se desarrolla el presente estudio se han originado como resultado de la interacción de los procesos naturales exógenos (denudativos, acumulativos), que sumados a la composición litológica del subsuelo determinan formas del relieve preexistente. Este relieve actualmente se encuentra modificado casi en su totalidad.

Inicialmente se diferenciaron dos áreas homogéneas: una en donde predominó el proceso denudativo y otra con procesos acumulativos. Estos procesos acumulativos son principalmente de origen antrópico.

## **4. ANÁLISIS GEOTÉCNICO**

### **4.1. OBJETIVO**

El objetivo del análisis geotécnico es evaluar el estado de inestabilidad que se presenta en el terreno. Para cumplir con tal objetivo es necesario analizar las propiedades geotécnicas de los materiales involucrados y las condiciones naturales que enmarcan la inestabilidad.

### **4.2. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS**

Las propiedades físico-mecánicas de los materiales involucrados se determinaron mediante ensayos realizados tanto in-situ como en laboratorio, éstos últimos en muestras recuperadas de los apiques y sondeos.

#### **4.2.1. Pruebas in-situ**

Durante los trabajos de exploración se realizaron pruebas in-situ para evaluar la calidad de los terrenos a medida que los trabajos avanzaban, en la siguiente forma:

- **Ensayos de penetración estándar**

Se realizaron en los sondeos manuales y mecánicos aproximadamente cada 1.5 m a medida que se profundizaba. Los resultados se presentan en los registros del Anexo 3. Los ensayos se realizaron en material de suelo, hasta cuando se encontraba el nivel de brecha con presencia de bloques duros que presentaban rechazo. Mediante estas pruebas se detectaron los niveles de brecha y se logró conocer la dureza de los depósitos suprayacentes. En total se hicieron en los 5 sondeos manuales.

Tabla 7. Resultados de penetración estándar

Sondeo	Profundidad, m	Nivel	N, golpe/pie
S-1	0.5	Qr	4
	1.5	Qr	6
	2.5	Qr	8
	3.5	Qe	9
	4.5	Qe	11
	5.5	Qe	13
	6.5	Qe	26
	7.5	Qe	40
S-2	0.5	Qr	4
	1.5	Qr	9
	2.5	Qe	24
	3.5	Qe	53
S-3	0.5	Qr	2
	1.5	Qe	34
	2.5	Bloque	Rechazo
S-4	0.5	Qr	3
	1.5	Qr	5
	2.5	Bloque	Rechazo
S-5	0.5	Qr	2
	1.5	Qr	7
	2.5	Qr	15
	3.5	Qe	19
	4.5	Bloque	Rechazo

Nota: Qr: Relleno; Qe: Eluvio

Agrupando estos resultados se obtiene:

- Rellenos (Qr): Espesor máximo encontrado de 4.0 m. N = 4-15 golpes/pie. Promedio 11 golpes/pie.
- Eluvio: N = 19–53 golpes/pie con promedio de 36 golpes/pie.
- Nivel de roca: encontrado entre 2.5 y 4.5 m con promedio de 3.5 m
- Observamos que en los sondeos, los valores de penetración a las diferentes profundidades son:

0.0 – 0.5m	Varía entre 2 y 4 golpes con promedio de 3 golpes/pie.
1.0 – 1.5m	Varía entre 5 y 9 golpes con promedio de 7 golpes/pie.
2.0 – 2.5m	Varía entre 8 golpes/pie y rechazo.
3.0 – 3.5m	Entre 9 golpes/pie y rechazo.

Los resultados indican que a medida que se profundiza en el perfil la dureza del material aumenta, denotando que el perfil de meteorización se cumple y mostrando que en superficie el material está más débil. Esto descarta la posibilidad de superficies de falla profundas porque en profundidad el material es más resistente.

En cuanto a la composición del material, se nota que el eluvio en general es arenoso. El relleno es muy heterogéneo, incluyendo materiales de basura casera.

### **4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO**

Con el fin de conocer las características físico-mecánicas de los materiales involucrados, se procedió a ensayar en laboratorio los especímenes recuperados de los apiques y sondeos. Se buscó realizar ensayos en los dos tipos de suelos encontrados.

La determinación de los parámetros "c" y "φ" se realizó en ensayo de corte directo, con muestra no remoldeada, inundada y sin consolidar, lo cual indica que la muestra estaba saturada y los datos obtenidos corresponden a esfuerzos totales. Esto permite deducir que los parámetros de corte obtenidos están ajustados a las condiciones naturales en que se encuentran los suelos analizados.

Los ensayos en relleno se realizaron en materiales arcillosos que conformaban el depósito, con algo de dureza para poderse ensayar. No se ensayaron arenas sueltas.

En la Tabla 8 se presenta el resumen de los resultados obtenidos y en el Anexo 3 se pueden consultar los formatos de laboratorio. En las Tabla 9 se agrupan los resultados por profundidad.

#### **4.3.1. Análisis de resultados**

Como se puede observar en la Tablas 8 y 9, Los materiales ensayados corresponden a limos arenosos y/o arenas limosas, representativos de la estratigrafía del lugar. El peso unitario en todas las unidades estratigráficas es similar con variaciones que van de 19.4 a 20.5 kN/m<sup>3</sup>, con un promedio de 20.0kN/m<sup>3</sup>.

Tabla 8. Resumen ensayos de laboratorio

<b>Exploración</b>	<b>Muestra</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Unidad Estratigráfica</b>	<b>Material</b>	<b>Peso Unit. (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>w (%)</b>	<b>G<sub>s</sub></b>	<b>c (kPa)</b>	<b>φ (°)</b>
S1	M2	1.0-1.5	Qr	Arena limosa		13.6			
S1	M3	2.0-2.5	Qr	Limo arenoso	19.90				
S1	M5	4.0-4.5	Qe	Limo arenoso		7.8			
S1	M7	6.0-6.5	Qe	Arena		9.5			
S2	M1	0.0-0.5	Qr	Arena limosa		13.7			
S2	M3	2.0-2.5	Qr	Arena limosa			2.541		
S2	M4	3.0-3.5	Qe	Arena fina	19.56	12.9		36.0	22
S3	M1	0.0-0.5	Qr	Arena limosa		9.2			
S3	M2	1.0-1.5	Qr	Arena limosa	20.47		2.588		
S3	M3	2.0-2.5	Qr	Arena limosa	20.43	18.6		10.0	42
S4	M2	1.0-1.5	Qr	Arena limosa	19.37	20.9			
S5	M2	1.0-1.5	Qr	Limo arcilloso	16.92	21.9		29.0	26

Tabla 9. Propiedades de los materiales dependiendo de la profundidad

Sond.	Unidad Estrat.	Prof. (m)	Peso Unit. (kN/m <sup>3</sup> )	w %	G <sub>s</sub>	LL %	LP %	I <sub>p</sub> %	I <sub>L</sub>	q <sub>u</sub> kPa	C kPa	φ (°)	N golpe/pie
S-2	Qr	0-0.5		13.7									4
S-3	Qr	0-0.5		9.2									2
S-1	Qr	1-1.5		13.6									6
S-3	Qr	1-1.5	20.47		2.59								34
S-4	Qr	1-1.5	19.37	20.9									5
S-5	Qr	1-1.5	16.92	21.9							29	26	7
S-1	Qr	2-2.5	19.90										8
S-2	Qr	2-2.5			2.54								24
S-3	Qe	2-2.5	20.43	18.6							10	42	Rechazo
S-2	Qe	3-3.5	19.56	12.9							36	22	53
S-1	Qe	4-4.5		7.8									11
S-1	Qe	6-6.5		9.5									26

En cuanto a las humedades, se observa que estas no difieren sustancialmente con la profundidad hasta más o menos 4.0 m. De ahí hacia abajo se observa una disminución sustancial de humedad.

La gravedad específica "Gs" tiene muy pocas variaciones, entre 2.54 y 2.59, con un promedio de 2.56.

Los ensayos de corte directo muestran parámetros que oscilan entre 10 y 36 kPa para la cohesión, mientras el ángulo de fricción interna varía entre 22 y 42°. El par de parámetros más crítico es de 10 kPa para la cohesión y 42° para el ángulo de fricción interna; mientras los valores medios son de 25 kPa para el primero y 30° para el segundo. Los resultados informan sobre una buena resistencia de esos materiales al corte.

Si se tienen en cuenta las pruebas de penetración estándar "SPT", se nota que en la parte más superficial los materiales tienen una baja magnitud de golpes/pie, mientras a medida que se profundiza el material es más resistente a la penetración, pero esporádicamente aparecen valores bajos en profundidad. Esto es explicable por la naturaleza de la brecha, la cual se compone de bloques embebidos en material de diferente dureza.

En lo que tiene que ver con aporte de agua al talud, este es muy poco significativo porque las casas de la parte superior tienen sistema de alcantarillado. El agua que desestabiliza es la de lluvia.

Los resultados obtenidos indican que el material más susceptible de deslizarse es el que se encuentra en superficie, constituido por rellenos que la gente sigue acopiando.

Analizando las profundidades que presentaron rechazo en el ensayo SPT, se puede deducir que los niveles de bloques de roca se encuentran en profundidades que van de 1.5 m a 4.5 m. aproximadamente. Dada la constitución de la brecha, el contacto entre ésta y el material de relleno es muy difuso.

#### **4.3.2. Análisis Retrospectivo**

Con el fin de tener idea sobre los probables grados de estabilidad del talud, se corrió el programa PCSTABL5 en las tres secciones más críticas, que presentan algún signo de inestabilidad, con cargas estáticas y sin saturación del terreno (ver Anexo 4).

- La sección 1, que corresponde al talud más empinado y que tiene la mayor cantidad de relleno, con el par de parámetros más crítico ( $c=10\text{kPa}$ ,  $\phi=42^\circ$ ) da



un F.S mínimo de 1.10, considerando que el alivio de la base tiene las mismas propiedades del relleno.

- La sección 2, que corresponde a un terreno menos empinado, con los mismos parámetros mencionados arrojó un F.S de 1.30.
- La sección 3, que es el talud más tendido, tiene un F.S de 1.90, con los mismos parámetros.

#### **4.3.3. Determinación de propiedades**

Luego de realizados los anteriores análisis las propiedades de los materiales involucrados, homogenizando los rellenos y los eluvios, para efectos de cálculos son:

Peso unitario:	20.0 kN/m <sup>3</sup> . Promedio de todos los datos
Cohesión:	10 kPa.
Ángulo de fricción interna	42°.

Los dos últimos datos corresponden al par mínimo obtenido en laboratorio. Si se diseña con estos parámetros, teóricamente la probabilidad de falla se acerca al valor nulo.

#### **4.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ACTUAL**

De lo anterior es posible hacer las siguientes deducciones:

El talud en la sección 1 muestra resultados que permiten pensar que se encuentra en estado de estabilidad precaria y que puede inestabilizarse con un sismo, perjudicando la Carrera 27A que es una vía principal, con transito de buses urbanos.

Los cálculos de la sección 2 indican que el talud mejora en este sitio, pero sigue siendo inferior a 1.5. Esta sección necesita obras para mejorar la estabilidad.

En la sección 3, con F.S de 1.90, no requiere obras.

## **5. ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACIÓN**

Con el fin de corregir la inestabilidad que presenta el terreno y mitigar el riesgo que existe, es necesario hacer obras de estabilización y prevención. Puesto que el principal problema del lugar lo constituyen los rellenos, que incluso día a día crecen, surge como idea de estabilización la remoción de parte de dichos materiales, dejando una superficie regular del talud.

Puesto que en ese sector no hay andén en la parte inferior, para que los peatones puedan circular, resulta necesario, al hacer los cortes, dejar el andén.

La alternativa planteada es la más sencilla de poner en práctica y por lo tanto la más económica. Otras alternativas con muros son más complicadas y más costosas.

## 6. DISEÑO DE OBRAS

### 6.1. OBRAS

Las obras a diseñar para estabilizar los taludes son:

- Excavación superficial del talud.
- Cubrimiento del talud con cespedón.
- Construcción de un muro de gaviones en la pata
- Cubrimiento con pañete y concreto del muro de gaviones
- Instalación de baranda para delimitar el andén.

#### 6.1.1. Excavación superficial del talud

Consiste esta obra en las excavaciones necesarias para darle al talud una geometría regular, retirando de la parte superficial los materiales que más inciden en la inestabilidad. Aunque en el talud sigue quedando relleno, éste, que contiene materiales limo-arenosos, con el tiempo se ha compactado. Este trabajo debe realizarse manualmente de arriba hacia abajo. Al talud se le quitará material principalmente de la corona, lo cual contribuye en el mejoramiento de la estabilidad.

El control de pendiente se hace con las 3 secciones transversales definidas en los planos. En cada sección los ángulos de la pendiente resultaron con los siguientes valores:

Sección	Ángulo, °
1	40
2	34
3	25

Al norte de la sección 3 no se requiere intervenir el terreno, más halla de emparejarlo para que empalme con los cortes a realizar.

Tal como puede apreciarse en las hojas de cálculo, los valores de Factor de Seguridad mínimos hallados en las diferentes secciones corridas, considerando los cortes, fueron:

Sección	F.S. Carga estática	F.S. Carga dinámica
1	1.80	1.20
2	1.90	1.30
3	2.40	1.70

Como puede apreciarse, Los F.S con los cortes mejoraron suficientemente, así: En la Sección 1 el F.S aumento de 1.1 a 1.8, en la Sección 2 de 1.3 a 1.9 y en la Sección 3 de 1.9 a 2.4. Los nuevos valores indican buena estabilidad del talud conformado a las cargas estáticas y dinámicas. Los cálculos se realizaron considerando que el talud no se satura, toda vez que su contenido es arenoso, suprayace un material brechoso permeable y tiene pocas posibilidades de ingreso de agua porque en la corona las viviendas tienen pisos de cemento, con servicio de alcantarillado. Además, en la corona también existe un pozo de alcantarillado, el cual contribuye a que no se acumulen niveles de agua subterránea.

#### **6.1.2. Cubrimiento del talud con cespedón**

Luego de realizadas las excavaciones, es necesario cubrir lo más pronto posible el talud para protegerlo de la erosión. Esta protección se proyecta con cespedón de pasto kikuyo o similar.

#### **6.1.3. Muro de gaviones de la pata**

Este muro de 1.0 m de altura tiene por objeto limitar el talud en la pata y proporcionar espacio para el andén, el cual se establecerá sobre el gavión. Para el efecto los gaviones se construyen por detrás del sardinel existente, cimentándolo a un nivel similar al nivel de la calzada de la vía. En esta forma, el sardinel evita que los vehículos peguen contra el gavión. El gavión no tendrá cargas horizontales y por lo tanto no amerita cálculo.

#### **6.1.4. Cubrimiento con pañete y concreto del muro de gaviones**

El muro de gaviones debe construirse en todo el trayecto que carece de andén y estará cubierto en la parte superior por una placa de concreto de 0.07 m de espesor y en la cara expuesta se le aplicará un pañete de 0.03 m de espesor con mortero, para mejorar su estética.

### 6.1.5. Instalación de baranda

Con el fin de delimitar el andén y evitar que ocurra algún accidente por caída de alguna persona a la calzada, se debe instalar una baranda, la cual tiene las especificaciones estándar del elemento M-81 de la Cartilla de Mobiliario Urbano del I.D.U.

### 6.2. PRESUPUESTO

El presupuesto de las obras se presenta en la tabla 10 y se estableció contabilizando las cantidades de obra en los planos. Los precios unitarios se calcularon considerando todos los insumos que los componen y que pueden verse en el anexo 5, actualizados para el primer semestre de 2007.

Tabla 10. Presupuesto de obra

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
1	Localización y replanteo	m <sup>2</sup>	408.00	5,004	2,041,632
2	Excavación manual	m <sup>3</sup>	300.00	40,525	12,157,500
3	Muro de gaviones	m <sup>3</sup>	38.00	104,500	3,971,000
4	Concreto de 21 MPa	m <sup>3</sup>	2.75	542,792	1,492,678
5	Pañete de mortero, 21 MPa	m <sup>2</sup>	33.00	23,294	768,702
6	Empradización	m <sup>2</sup>	487.00	8,643	4,209,141
7	Baranda Peatonal	m	38.00	77,746	2,954,348
	Sub-total				27,595,001
	Interventoría, 16%				4,415,200
				<b>TOTAL</b>	<b>32,010,201</b>

*Nota: Los precios incluyen AIU del Contratista*

### 6.3. PROCESO CONSTRUCTIVO

Para la construcción de las obras se requiere empezar por la excavación del talud. Inicialmente es necesario hacer el descapote y acopiar en algún lugar los cespedones utilizables. Posteriormente debe emprenderse la excavación del talud manualmente, empezando de arriba hacia abajo.

Puesto que la vía inferior tiene tráfico importante, es necesario implementar las medidas de seguridad apropiadas para alterar en mínima parte el tránsito vehículos. También se requiere dirigir la circulación de peatones para evitar accidentes por los materiales que rodarán del talud.

Luego de concluir las excavaciones se debe emprender la construcción del muro de gaviones, cuidando excavar lo mínimo necesario para instalar cada gavión.

Una vez colocados los gaviones en su sitio se procede a cubrirlos con concreto en la parte superior y con mortero en la cara visible. Posteriormente se instala la baranda.

#### **6.4. PLAZO DE CONSTRUCCIÓN**

Las labores de construcción pueden realizarse tal como se indican en el cronograma de la tabla 11. Como se aprecia en la tabla, las obras diseñadas pueden construirse en un plazo de uno y medio (1.5) meses.

Tabla 11. Cronograma de construcción

<b>Actividad</b>	<b>Semanas</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Preparativos						
Excavación del talud						
Construcción gaviones						
Andén con baranda						
Protección del talud						

## **7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **7.1. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO**

#### **7.1.1. Descripción**

Consiste en el trabajo que el Contratista debe realizar para definir la ubicación y el replanteo exacto de coordenadas y cotas de las obras en el terreno asignado para tal efecto, indicadas en los planos u ordenadas por la Interventoría.

#### **7.1.2. Equipos**

Para la ejecución de los trabajos se requiere la utilización de equipos de topografía, consistentes en estación geográfica o tránsito, nivel de precisión y demás elementos complementarios, debidamente aprobados por la Interventoría.

#### **7.1.3. Procedimiento**

Antes de realizar el replanteo, el Contratista deberá analizar los planos y verificar que todo el conjunto concuerde con el terreno donde se ejecutarán las diferentes obras.

Los trabajos de replanteo se apoyarán en una poligonal de control, debidamente amarrada a las placas del IGAC. La poligonal se materializará en el terreno con puntos visibles y seguros. En proximidades al área de los trabajos existen puntos topográficos debidamente materializados, amarrados a la red IGAC, los cuales pueden ser utilizados.

Las diferentes obras que se construirán deben estar ligadas a la poligonal tanto en coordenadas como en cotas.

#### **7.1.4. Medida y pago**

Los trabajos correspondientes a la localización y replanteo se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), correspondientes al área horizontal del terreno donde se construirán las obras.

El pago incluye equipo, materiales, transportes, mano de obra, AIU y todos los demás gastos en que incurra el Contratista para realizar los trabajos a entera satisfacción del Interventor.

### **7.1.5. Ítem de pago**

1 - Localización y replanteo (m<sup>2</sup>)

## **7.2. EXCAVACIÓN MANUAL**

### **7.2.1. Descripción**

Esta especificación se refiere a las excavaciones necesarias para remover material en forma manual, todo de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos o establecidas por la Interventoría. Esta especificación incluye las excavaciones requeridas en la superficie del talud y las que se necesitan para zanjas muros, u otras obras que se indiquen en los planos o sean ordenadas por la Interventoría.

### **7.2.2. Clasificación**

Por excavación manual se entiende el arranque, cargue y transporte de los materiales del talud, incluyendo capa vegetal, arcillas y rellenos de constitución heterogénea. Dentro de este trabajo también se incluye la remoción de árboles, arbustos y demás material vegetal.

### **7.2.3. Construcción**

- **Generalidades**

El Contratista deberá realizar sus operaciones de arriba hacia abajo, de manera continua y ordenada de acuerdo con el plan de trabajo aprobado, utilizando herramientas manuales.

No podrá iniciarse excavación alguna, mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida y se hayan colocado las correspondientes estacas de control, de acuerdo con la Interventoría.



- **Equipos**

El Contratista sólo podrá utilizar herramientas manuales para el arranque del material y cargue a los medios de transporte que llevarán los escombros a los botaderos aprobados por la Interventoría. No se admite el uso de equipos mecánicos movidos por combustible o energía eléctrica.

- **Drenajes**

El Contratista deberá tomar a su propia costa, todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo. Se instalarán drenes o zanjas temporales, para interceptar el agua que pudiera afectar la ejecución del trabajo y se utilizarán los equipos necesarios para realizar un control efectivo de la misma.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado en la vecindad de estructuras u obras existentes y deberán utilizarse los medios necesarios para asegurar la estabilidad y conservación de las obras existentes, no objeto de remoción en los trabajos.

- **Ejecución de los cortes**

El corte de los materiales se deberá ejecutar de conformidad con las secciones transversales del proyecto o las explícitamente ordenadas por la Interventoría.

Excavaciones por fuera de las cotas proyectadas, se ejecutarán solamente previa orden escrita, instrucciones y dimensiones suministradas por la Interventoría.

- **Sobreexcavación**

Se considerará como sobreexcavación, el retiro o ablandamiento de materiales, por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar a su propia costa los rellenos o reparaciones necesarios por esta causa, si la Interventoría lo solicita.

- **Disposición de sobrantes**

El Contratista deberá colocar los materiales sobrantes, producto de las excavaciones en las áreas de botadero previamente aprobadas por la Interventoría. Los cespedones que puedan ser utilizados en la empradización del talud deberán almacenarse temporalmente en los sitios que previamente apruebe la Interventoría.

- **Medidas de seguridad**

El Contratista es el único responsable de la seguridad del personal que labora en los trabajos y de los transeúntes que son ajenos a los trabajos. Por tal motivo deberá diseñar y poner en práctica un programa de seguridad industrial para su personal y establecer todos los controles y delimitaciones del área de los trabajos para evitar que los transeúntes o vehículos resulten afectados.

#### **7.2.4. Medida y pago**

Las excavaciones se medirán por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>), con aproximación a la décima de metro cúbico, del material excavado, en su posición original, de acuerdo con los planos y aprobación de la Interventoría. La cubicación se hará con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, verificadas por la Interventoría antes y después de ejecutarse satisfactoriamente los trabajos.

El pago se realizará al respectivo precio unitario del contrato, el cual incluirá la remuneración completa por la ejecución de los trabajos, incluyendo la disposición de los sobrantes y el transporte o acarreo.

Incluirá asimismo, el costo de equipos y herramientas, protecciones temporales, medidas de seguridad, mano de obra, acodalamientos, AIU y demás gastos necesarios para completar esta parte del trabajo en un todo de acuerdo con los planos, las especificaciones y las ordenes con aprobación de la Interventoría.

#### **7.2.5. Ítem de pago**

2 - Excavación manual (m<sup>3</sup>)

### **7.3. PROTECCIÓN DE TALUDES**

#### **7.3.1. Descripción**

Corresponde este trabajo a la protección que debe dársele a las superficies excavadas mediante cespedones de pasto debidamente anclados mediante taches de madera, donde se requieran.

### **7.3.2. Materiales**

- **Bloques de césped**

Los bloques de césped para la empradización serán de forma aproximadamente rectangular y dimensiones regulares, provenientes del descapote del talud o un prado aceptado por el Interventor, localizado fuera del proyecto.

Los bloques deberán tener las raíces del pasto sanas y adheridas a la capa de tierra orgánica. En los sitios que se requiera, se colocará una capa de tierra vegetal.

- **Agua**

Mientras el Contratista se encuentre en el área del proyecto adelantando trabajos es necesario aplicar riego periódico del césped, con agua aceptable para esta actividad.

- **Fertilizantes**

Deberán emplearse los fertilizantes adecuados para asegurar que el pasto prenda satisfactoriamente.

### **7.3.3. Equipo**

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que la protección de taludes tenga la calidad exigida, y se garantice el cumplimiento del programa de ejecución de los trabajos.

### **7.3.4. Ejecución de los trabajos**

- **Preparación de la superficie existente**

El Interventor sólo autorizará la protección si la superficie a cubrir presenta la uniformidad requerida para garantizar el éxito del trabajo. Si la superficie presenta irregularidades con escarpes pronunciados, donde el cespedón no pueda adherirse, el Constructor hará las correcciones previas, a satisfacción del Interventor.

- **Trasplante de césped**

Sobre la superficie preparada se aplicará abono del tipo y en la cantidad que se requiera y, a continuación, se extenderán los bloques de césped haciéndolos

casar en la mejor forma posible, evitando traslajos y vacíos y buscando que los extremos del área empradizada empalmen armónicamente con el terreno natural adyacente.

En las uniones de los bloques, se colocará tierra orgánica. Una vez plantado el cespedón, la superficie se deberá regar de manera abundante.

- **Conservación**

El área empradizada se deberá regar diariamente hasta su recibo definitivo por parte del Interventor.

Durante dicho lapso, el Constructor deberá aplicar los riegos, fertilizantes y cualquier otro material necesario para garantizar la revegetalización y deberá adoptar las medidas pertinentes para la protección del trabajo.

### **7.3.5. Condiciones para el recibo de los trabajos**

- **Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor para la ejecución de los trabajos.
- ✓ Verificar que el trabajo se ejecute de acuerdo con los planos y las exigencias de la presente especificación.
- ✓ Vigilar que el Constructor efectúe un mantenimiento adecuado del área empradizada hasta su recibo definitivo.
- ✓ Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

- **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

En el momento del recibo definitivo, el área empradizada no podrá presentar irregularidades o desperfectos y se deberá encontrar en buen estado, con las especies vegetales debidamente prendidas a entera satisfacción del Interventor.

### **7.3.6. Medida y pago**

La unidad de medida de la protección de taludes es el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) con aproximación a un decimal del área inclinada empradizada.

No se incluirán en la medida áreas empradizadas por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

El pago de la empradización se hará por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor. Incluye herramientas, transportes, materiales, medidas de seguridad, mano de obra, AIU y demás gastos en que deba incurrir el Contratista para realizar el trabajo.

### **7.3.7. Ítem de pago**

6 – Empradización (m<sup>2</sup>)

## **7.4. GAVIONES**

### **7.4.1. Descripción**

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, lo mismo que el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones en los sitios indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

### **7.4.2. Materiales**

- **Canastas metálicas**

Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10cm). El alambre deberá ajustarse a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856.

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2mm), excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25%) mayor que el del enrejado.

La forma y dimensiones de las canastas serán las señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor.

- **Material de Relleno**

Podrá consistir de canto rodado, piedra mediazonga o material de cantera, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad, con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

El material de relleno deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

**Granulometría:** El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta. El tamaño máximo no puede exceder 0.25 m.

**Resistencia a la abrasión:** El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina de Los Ángeles, según la norma INV E-219, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).

**Absorción:** Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso, cumpliendo con la norma de ensayo INV E-223.

#### **7.4.3. Equipo**

Se requieren, principalmente, equipos para la explotación, procesamiento y transporte del material de relleno; para el transporte de las canastas de alambre; para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales.

#### **7.4.4. Ejecución de los trabajos**

- **Conformación de la superficie de apoyo**

La superficie de apoyo debe ser horizontal y se conformará adecuando el terreno mediante eliminación de protuberancias y compactación con pisón. Si se encuentran protuberancias de bloques duros en el terreno, pueden dejarse, colocando la malla de piso, bien adherida a esos bloques.

- **Colocación de las canastas**

Cada canasta deberá ser armada en el sitio de la obra, de acuerdo con el detalle de los planos del proyecto. Su forma prismática se establecerá con ayuda de formaletas metálicas o de madera u otro medio aceptado por el Interventor.

- **Relleno**

El material de relleno de colocará dentro de la canasta manualmente, de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla. Se procurará durante la colocación, que el material quede con la menor cantidad posible de vacíos. Si durante el llenado las canastas pierden su forma, se deberá retirar el material colocado, reparar y reforzar las canastas, y volver a colocar el relleno. Antes de proceder a rellenar, la canasta debe quedar bien amarrada a los gaviones vecinos.

- **Costura y anclaje**

Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas.

#### **7.4.5. Condiciones para el recibo de los trabajos**

- **Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- ✓ Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación;
- ✓ Vigilar la regularidad en la producción de los materiales de relleno.
- ✓ Verificar que el alineamiento, pendientes y dimensiones de la obra se ajusten a su diseño.
- ✓ Medir las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción.

- **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

El Interventor aprobará los trabajos si la malla y el material de relleno satisfacen las exigencias de los planos y de esta especificación; y si la estructura construida

se ajusta a los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los documentos del proyecto o modificados por él.

En caso de deficiencias de los materiales o de la ejecución de la obra, el Constructor deberá acometer, a su costa, las correcciones necesarias de acuerdo con las instrucciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

#### **7.4.6. Medida y pago**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de gaviones fabricados y colocados a satisfacción del Interventor.

El volumen se determinará sumando los metros cúbicos de las canastas correctamente colocadas de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de equipos, herramientas y mano de obra; suministro e instalación de las canastas, excavaciones, explotación de las fuentes de materiales para rellenos; el cargue, transporte y descargue de las piedras; el llenado, amarre y anclaje de los gaviones, medidas de seguridad, el AIU y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario incluirá, también, los costos por concepto del suministro e instalación de formaletas, abrazaderas, alambre, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el gavión en su sitio.

#### **7.4.7. Ítem de pago**

3 - Gaviones (m<sup>3</sup>)



## **7.5. PROTECCIONES CON MORTERO**

### **7.5.1. Descripción**

Este trabajo consiste en la protección que se debe colocar a los gaviones o cualquier otra área, en los sitios indicados en los planos y/o señalados por el Interventor.

### **7.5.2. Materiales**

- **Mortero**

El mortero debe ser de 21 MPa (3.000 psi) de resistencia mínima a la compresión a la edad de 28 días, que cumpla con la Norma ICONTEC 2000 y demás normas ICONTEC que le son inherentes, particularmente las relacionadas con cemento y agregados.

### **7.5.3. Ejecución de los trabajos**

Las protecciones o pañetes deben realizarse lanzando el mortero con palustre o cualquier otra herramienta apropiada, de tal manera que se obtenga un cubrimiento, lo más regular posible, con espesor mínimo de 0.03 m sobre la malla. Las cantidades de mortero que caigan tras la malla no tendrán pago por separado y por lo tanto el Contratista debe considerar ese exceso en los costos.

### **7.5.4. Medida y pago**

La unidad de medida de la protección es el área en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), con aproximación a un decimal, debidamente cubierta con mortero, con un mínimo de 0.03m de espesor, aceptada por el Interventor.

El precio incluye equipo, herramientas, materiales, mano de obra, cargue, transporte, excesos de material, medidas de seguridad y cualquier otro insumo necesario para llevar a cabo los trabajos de acuerdo con la presente especificación. Los precios unitarios también incluyen el AIU.

### **7.5.5. Ítem de pago**

9 – Protección con mortero (m<sup>2</sup>)

## **7.6. ANDÉN**

### **7.6.1. Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de la placa para el andén o cualquier otra estructura que aparezca en los planos o sea ordenada por el Interventor, y la baranda en la parte exterior del andén.

### **7.6.2. Materiales**

- **Concreto común.**

El concreto debe ser de 21 MPa (3.000 psi) de resistencia mínima a la compresión a la edad de 28 días, que cumpla con la Norma ICONTEC 2000 y demás normas ICONTEC que le son inherentes, particularmente las relacionadas con cemento, agregados y hormigón.

- **Baranda**

La baranda que se debe instalar tiene las características del elemento M-81 de la Cartilla de Inmobiliario Urbano del IDU. Por tal motivo, su construcción e instalación se debe realizar de acuerdo con los materiales e instrucciones que se dan en el mencionado documento o las instrucciones de la Interventoría.

### **7.6.3. Ejecución de los trabajos**

Los trabajos de colocación de concretos deben realizarse después de construir los gaviones y el pañete de mortero en la cara del muro. Sobre los gaviones, en todo su ancho, se procede a preparar el sitio de fundición del concreto, colocando las formaletas correspondientes, de tal manera que la placa cumpla con los requisitos establecidos en los planos y los que determine el Interventor.

La placa debe empalmar con los andenes existentes, tanto al sur como al norte, construyendo las rampas correspondientes.

El espesor de concreto a colocar debe ser el que se indique en los planos, tomado desde la malla del gavión. El concreto de exceso colocado por debajo de la malla no tendrá pago por separado y por lo tanto es necesario que el Contratista lo tenga en cuenta en la fijación del precio del concreto.

Una vez construida la placa debe procederse a instalara la baranda metálica, la cual se debe construir en taller y ensamblar en la obra.

#### **7.6.4. Condiciones para el recibo de los trabajos**

- **Controles**

En la construcción de las estructuras de concreto el Interventor controlará que la superficie donde se vacíe el concreto esté exenta de materiales blandos, deleznable o fluyentes.

El vaciado de concreto debe estar supervisado por el Interventor, vigilando que se cumpla con las normas establecidas, incluyendo la correcta densificación.

- **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

En relación con la calidad del concreto se aplicarán los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas del ICONTEC.

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Interventor sólo aceptará las obras cuyas características correspondan a las indicada en los planos y/o establecidas por él.

Tampoco aceptará trabajos terminados con variaciones apreciables en las dimensiones establecidas en los planos u ordenadas específicamente. Las deficiencias, que a juicio del Interventor deban ser corregidas, correrán por cuenta del Constructor.

#### **7.6.5. Medida y pago**

Las unidad de medida del concreto fundido será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) con aproximación a un decimal.

El pago se efectuará para cada parte de la obra debidamente terminada y aprobada, construida de acuerdo con los planos y/o las instrucciones del Interventor.

Los precios unitarios deben considerarse como la total compensación por todos los gastos en que incurra el Contratista para ejecutar las obras a completa satisfacción del Interventor. Entre otras cosas el precio unitario incluye equipos, materiales, excesos, aditivos, formaletas, mano de obra, cargue, transporte y descargue para su ejecución, así como también por las medidas de seguridad, provisión y mantenimiento del equipo, herramientas, maquinarias y cualquier otra operación y/o material necesario para llevar a cabo los trabajos de acuerdo con la presente especificación. Los precios unitarios también incluyen el AIU.

### **7.6.6. Ítem de pago**

4 - Concreto de 21 Mpa	(m <sup>3</sup> )
7 - Baranda peatonal	(ml)

## CONCLUSIONES

Luego de realizado el estudio, se puede concluir lo siguiente:

- El talud estudiado tiene apariencia estable porque no presenta problemas de agrietamientos. Sin embargo, dado que los rellenos existentes sobre el talud siguen en aumento por actividad antrópica, del talud se presentan en ocasiones flujos y desprendimientos, los cuales afectan a la Carrera 27A, la cual es una vía principal del barrio.
- Los cálculos indican que la parte sur del talud, que es la más empinada y con más rellenos, tiene grado de estabilidad precaria, mientras la parte norte tiene niveles de estabilidad buenos.
- Los materiales involucrados en el proceso son rellenos antrópicos, colocados en el lugar en forma continua. Bajo los rellenos se encuentran eluvios producidos por meteorización de los bloques de la brecha de falla que se encuentra en el sitio.

## RECOMENDACIONES

Con base en el desarrollo del presente informe se plantean las siguientes recomendaciones:

- Los riesgos que se presentan en el lugar pueden ser mitigables mediante la construcción de obras de prevención, las cuales se diseñan y se presentan como producto de los estudios.
- El diseño realizado favorece directamente la estabilidad de 6 viviendas, habitadas por 6 familias, con un total de 17 personas. También favorece de la caída de materiales la Carrera 27 A y los peatones, que no tenían andén y debían circular por la calzada. El área estudiada es de 0.38 Ha.

## **BIBLIOGRAFÍA**

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE MEDIO AMBIENTE. Modelo hidrogeológico para los acuíferos de Bogotá. Colombia.: DAMA, Hidrogeocol Ltda., 2000.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras de mitigación en el barrio Villa Nidia, localidad de Usaquén. Colombia.: DPAE, Consorcio Gia-Geocing, 2006.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERÍA Y QUÍMICA. Microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá. Colombia.: INGEOMINAS, 1997. 130 p.

UNIDAD PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C. Colombia.: UPES, Ingeocim Ltda., 1998.