

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE CHAPINERO, SANTAFÉ, SAN CRISTÓBAL Y RAFAEL URIBE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

FOPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 453/05

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE CHAPINERO, SANTA FÉ, SAN CRISTÓBAL Y RAFAEL URIBE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

RESUMEN EJECUTIVO

CONTRATISTA
Consorcio PI-LAMBDA
(Conformado por GEOCING LIMITADA y el Ing. MIGUEL ANGEL RABA M.)

CONSULTORÍA
CONTRATO: No. 453 de 2005



FONDO PARA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE
BOGOTA OCTUBRE 2006

CONTENIDO GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Selección de la alternativa sitio 1 Barrio Paraíso.....	2
1.2. Selección de la alternativa sitio 2 Barrio Manantial	3
1.3. Selección de la alternativa sitios 3 Barrio Ramajal, 4 Urbanización Zarazota, 5 Barrio El Portal, 6 Barrio San Martín de Porres.	3
2. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
2.1. sitio 1 Barrio Paraíso	4
2.2. sitio 2 Barrio Manantial	4
2.3. sitio 3 Barrio Ramajal.....	4
2.4. sitio 4 Urbanización Zarazota	4
2.5. sitio 5 Barrio El Portal	4
2.6. sitio 6 Barrio San Martín de Porres.....	4
3. ANTECEDENTES Y CONDICIÓN ACTUAL DE LOS SITIOS	5
3.1. Descripción del problema sitio 1 Barrio Paraíso.	5
3.2. Descripción del problema sitio 2 Barrio Manantial	5
3.3. Descripción del problema sitio 3 Barrio Ramajal	5
3.4. Descripción del problema sitio 4 Urbanización Zarazota.	6
3.5. Descripción del problema sitio 5 Barrio El Portal.....	6
3.6. Descripción del problema sitio 6 Barrio San Martín de Porres	7
3.7. Situación actual sitio 1 Barrio Paraíso	7
3.8. Situación actual sitio 2 Barrio Manantial	9
3.9. Situación actual sitio 3 Barrio Ramajal.....	10
3.10. Situación actual sitio 4 Urbanización Zarazota	12
3.11. Situación actual sitio 5 Barrio El Portal	14
3.12. Situación actual sitio 6 Barrio San Martín de Porres.....	15
4. TOPOGRAFÍA	16
5. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	16
6. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS	17
6.1. Análisis sitio 1 Barrio El Paraíso	17
6.2. Análisis sitio 2 Barrio Manantial	18
6.3. Análisis sitio 3 Barrio Ramajal.....	19

6.4.	Análisis sitio 4 Urbanización Zarazota	19
6.5.	Análisis sitio 5 Barrio El Portal	20
6.6.	Análisis sitio 6 Barrio San Martín de Porres.....	22
7.	COSTOS	22
7.1.	Costo de las obras sitio 1 Barrio Paraíso	22
7.1.1.	Selección de la alternativa	22
7.2.	Costo de las obras sitio 2 Barrio Manantial.....	23
7.2.1.	Selección de la alternativa	23
7.3.	Costo de las obras sitio 3 Barrio Ramajal	23
7.4.	Costo de las obras sitio 4 Urbanización Zarazota	23
7.5.	Costo de las obras sitio 5 Barrio El Portal	23
7.6.	Costo de las obras sitio 6 Barrio San Martín de Porres	24
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	24
8.1.	Conclusiones y Recomendaciones sitio 1.....	24
8.2.	Conclusiones y Recomendaciones sitio 2 Barrio Manantial.....	25
8.3.	Conclusiones y Recomendaciones sitio 3 Barrio Ramajal	25
8.4.	Conclusiones y Recomendaciones sitio 4 Urbanización Zarazota.....	27
8.4.1.	Recomendaciones:	27
8.5.	Conclusiones y Recomendaciones sitio 5 Barrio El Portal	28
8.5.1.	Recomendación:	29
8.6.	Conclusiones y Recomendaciones sitio 6 Barrio San Martín de Porres	30
9.	LIMITACIONES	30

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA DE BOGOTÁ FOPAE

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE CHAPINERO, SANTAFÉ, SAN CRISTÓBAL Y RAFAEL URIBE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

CONSORCIO PI - LAMBDA Resumen Ejecutivo Contrato de Consultoría No. 453 de 2005

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del Contrato de Consultoría No. 453/05, suscrito entre el FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS (FOPAE) y el CONSORCIO PI – LAMBDA (constituido por Geocing Limitada y el Ingeniero Miguel Ángel Raba M.), cuyo objeto es la “Elaboración de diseños de obras, presupuestos y especificaciones técnicas en sitios de riesgo inminente por remoción en masa en las localidades de Chapinero, Santafé, San Cristóbal y Rafael Uribe de la Ciudad de Bogotá D.C.”, se presenta este documento que contiene resumen ejecutivo de seis (6) sitios, localizados en los barrios: **Paraíso, Manantial, Ramajal, Urbanización Zarazota, El Portal II Sector y, San Martín de Porres** de las localidades de **Chapinero, San Cristóbal y, Rafael Uribe Uribe**.

El objeto del estudio consiste en determinar las causas de los problemas de estabilidad de la zona y efectuar los respectivos diseños necesarios para las medidas de mitigación. Para cumplir con este objeto, se realizó un reconocimiento de cada uno de los sitios por parte de los especialistas en Geología y Geotecnia, y se desarrolló un programa de exploración geotécnica del subsuelo con base en trincheras, perforaciones, y ensayos de laboratorio.

Con base en los resultados de los trabajos de campo y laboratorio se efectuaron los análisis de ingeniería, tendientes a establecer las causas del problema y a efectuar el planteamiento de alternativas de solución. La información sobre áreas de cada estudio, el número de familias involucradas en forma directa, el número de sus integrantes, así como de UPZ y Localidad la cual pertenece, se resume en la siguiente tabla:

Tabla de afectación de los estudios

DATOS	SITIO 1 PARAÍSO	SITIO 2 MANANTIAL	SITIO 3 RAMAJAL	SITIO 4 ZARAZOTA	SITIO 5 EL PORTAL	SITIO 6 SAN MARTÍN DE PORRES
ÁREA TOTAL LEVANTADA	0.66 Ha	0.77 Ha	0.42 Ha	0.83 Ha	0.68 Ha	1.22 Ha
ÁREA INTERVENIDA	0.063 Ha	0.187 Ha	0.065 Ha	0.174 Ha	0.06 Ha	0.29 Ha
LOCALIDAD	CHAPINERO	SAN CRISTÓBAL	SAN CRISTÓBAL	RAFAEL URIBE URIBE	RAFAEL URIBE URIBE	CHAPINERO
UPZ	PARDO RUBIO	SAN BLAS	SAN BLAS	MARRUECOS	DIANA TURBAY	PARDO RUBIO
*NUMERO DE HABITANTES UPZ	3873	80657	80657	74542	60605	3873
*NUMERO DE BARRIOS POR UPZ	20	64	64	39	27	20
No DE FAMILIAS AFECTADAS EN FORMA DIRECTA	2	1	7	9	15	11
No DE PERSONAS QUE INTEGRAN LAS FAMILIAS AFECTADAS DIRECTAMENTE	10	5	35	45	60	55

*La información de número de habitantes y el número de barrios por UPZ ha sido tomada del Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogota, D.C. 2004 Rafael Uribe Uribe, Chapinero, San Cristóbal

El resumen del costo de las obras recomendadas y los adicionales que estas conllevan, se discriminan en la siguiente tabla:

Tabla costo totales de obras propuestas y adicionales

DATOS	SITIO 1 PARAÍSO	SITIO 2 MANANTIAL	SITIO 3 RAMAJAL	SITIO 4 ZARAZOTA	SITIO 5 EL PORTAL	SITIO 6 SAN MARTÍN DE PORRES
VALOR DE LAS OBRAS INCLUIDO AIU E IVA SOBRE UTILIDAD	\$ 169'054.529	\$ 484'210.542	\$ 75'241.183	\$ 64'167.343	\$ 187'821.302	\$ 59'887.243
COMPRA DE PREDIOS	\$ 35'000.000	-	-	-	-	-
COSTO DE LA INTERVENTORÍA	\$ 25'500.000	\$ 65'000.000	\$ 11'286.177	\$ 9'600.000	\$ 28'200.000	\$ 8'930.000
COSTO TOTAL	\$ 269'479.666	\$ 549'210.542	\$ 86'527.360	\$ 73'767.343	\$ 216'021.302	\$ 68'817.243

1.1. Selección de la alternativa sitio 1 Barrio Paraíso

Las medidas de mitigación del riesgo planteadas en este estudio, están concebidas para disminuir la probabilidad de ocurrencia del evento (disminución de la amenaza), aunque indirectamente se disminuye la vulnerabilidad debido a que, por razones constructivas, es necesaria la evacuación de una o dos casas, según la alternativa.

Se considera que con las obras implementadas la amenaza por deslizamiento es BAJO, y dado que la vulnerabilidad se puede calificar como MARGINAL, ya que los elementos en riesgo de la parte alta (viviendas) fueron retirados, el riesgo para cada una de las alternativas planteadas se puede calificar como ACEPTABLE (según matriz de aceptabilidad del riesgo).

Debido a que las dos alternativas son igualmente viables y a que el valor es similar para ambas, la selección de la alternativa se realizó mediante la presentación a los funcionarios del DPAE, y en forma conjunta con la Interventoría y el Consorcio, se seleccionó como alternativa de solución la denominada Alternativa No. 2.

1.2. Selección de la alternativa sitio 2 Barrio Manantial

Debido a que las dos alternativas son igualmente viables y a que el valor es similar para ambas, la selección de la alternativa se realizó mediante la presentación a los funcionarios de l DPAE, y en forma conjunta con la Interventoría y el Consorcio, se seleccionó como alternativa de solución la denominada Alternativa No. 1.

1.3. Selección de la alternativa sitios 3 Barrio Ramajal, 4 Urbanización Zarazota, 5 Barrio El Portal, 6 Barrio San Martín de Porres.

Para estos sitios la alternativa propuesta por la Consultoría, fue presentada y sustentada ante los funcionarios de la DPAE y en forma conjunta se adoptó como alternativa seleccionada.

2. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. sitio 1 Barrio Paraíso

El sitio de estudio se encuentra localizado en la Diagonal 43 con carrera 1 A del barrio El Paraíso en la UPZ Pardo Rubio de la localidad de Chapinero, esta en una zona de laderas de pendiente moderada a alta y abarca un área aproximada de 0.66 Ha

2.2. sitio 2 Barrio Manantial

El sitio de estudio se encuentra localizado en la Carrera 17 D ESTE, con calle 23 sur, Barrio El Manantial en la UPZ de San Blas de la Localidad de San Cristóbal, es una zona de laderas de pendiente moderada a alta.

2.3. sitio 3 Barrio Ramajal

El sitio de estudio se encuentra localizado en la diagonal 31 Sur con Carrera 12 Este, en el barrio **Ramajal**, en la UPZ San Blas de la localidad de San Cristóbal, en una zona de laderas de pendiente moderada a alta y abarca un área aproximada de 0.43 Ha

2.4. sitio 4 Urbanización Zarazota

El sitio de estudio se encuentra localizado en la antigua carrera 5 J No 47 – 30 sur, hoy calle 48 B bis sur No 9 - 24, de la Urbanización Zarazota del Barrio Carmen del Sol en la UPZ Marruecos de la localidad de Rafael Uribe Uribe, al sur-oriente de la ciudad de Bogotá.

2.5. sitio 5 Barrio El Portal

El sitio de estudio se encuentra localizado en la calle 53 F sur con 5 B Bis, barrio El Portal II sector en la UPZ Diana Turbay de la localidad de Rafael Uribe Uribe, en una zona de laderas de pendiente moderada a alta.

2.6. sitio 6 Barrio San Martín de Porres

El sitio de estudio se encuentra localizado en la Prolongación Calle 45 Bis con Carrera 1 Este, en el barrio San Martín de Porres en la UPZ Pardo Rubio, de la localidad de Chapinero, en una zona de laderas de pendiente alta y abarca un área aproximada de 1.22 Ha.

3. ANTECEDENTES Y CONDICIÓN ACTUAL DE LOS SITIOS

3.1. Descripción del problema sitio 1 Barrio Paraíso.

Con base en el Diagnóstico Técnico No. DI-553 emitido por el DPAE, resultado de la visita técnica efectuada en el mes de enero de 1999, se identificó un deslizamiento del orden de 50 m³, en el talud de corte del costado oriental de la vía de acceso al Barrio, sin alcanzar a afectar a la vivienda del interior 3 propiedad de Blanca Balboa Sanabria. En este documento, se recomendó retirar los materiales deslizados y la construcción de una obra para garantizar la estabilidad del talud afectado y evitar la propagación del deslizamiento hacia la zona posterior.

El 30 de junio de 2005, se presentó un segundo deslizamiento sobre un suelo arenoso con bloques, el cual obstruyó parte del carril norte sur de acceso al barrio. De acuerdo con la evaluación efectuada, el deslizamiento se produjo por saturación y pérdida de resistencia de los materiales que lo conforman, debido a las lluvias precedentes y por ausencia de las obras que se debieron haber efectuado a raíz de las recomendaciones efectuadas en el diagnóstico de enero del año 1999, relacionadas con la construcción de un muro de contención.

3.2. Descripción del problema sitio 2 Barrio Manantial

Con base en el Diagnóstico Técnico No. DI-2332, del 19 de febrero del año 2.005, emergencia No. 692, desde el día 14 de febrero de 2.005, se generó un agrietamiento en la parte superior del talud, el cual generó la pérdida de la mitad de la calzada de la vía (diagonal 25 sur). En la parte baja del talud se presentó el aplastamiento de un cerramiento aledaño a una casa; el movimiento del terreno se produjo por la presencia de agua superficial y subsuperficial tanto en la parte alta como en la parte baja del talud. Como producto de la falla, se obstruyó el paso de los vehículos por la carrera 17 D este, y fue necesario evacuar el predio que se encontraba en la parte baja del talud.

3.3. Descripción del problema sitio 3 Barrio Ramajal

El Diagnóstico Técnico No. **DI-2571** emitido por la DPAE, como resultado de la visita técnica efectuada en el mes de diciembre de 2005, en el que se identificó el desconfinamiento del talud inferior que conforma la banca de una de las vías de acceso al barrio Ramajal a la altura de la diagonal 31 Sur con Carrera 12 Este y que generó un deslizamiento que involucró el material de relleno heterogéneo que conforma la misma. El material desplazado tiene un volumen aproximado de 20 m³ y se acumuló hacia la pata del talud. Se atribuye como factor detonante el exceso de presiones de poros debido a la saturación del terreno producto de las filtraciones de agua provenientes de las mangueras que conducen el agua potable a las viviendas del

sector, toda vez que estas se encuentran en mal estado y a la falta de implementación de medidas de protección y/o contención para el citado talud.

3.4. Descripción del problema sitio 4 Urbanización Zarazota.

En el mes de Enero del año de 1997 la firma de INGENIERÍA Y GEOTECNIA LTDA (IGL) presento el informe "Asesoría Geotécnica para el tratamiento de la zona inestable en un sector del borde sur de la urbanización Zarazota" donde describe con detalles los estudios efectuados y las obras realizadas para la mitigación del riesgo por deslizamiento en el mencionado talud sur.

Luego, tras un diagnostico técnico para la firma SOLUCIONES URBANAS, COMPAÑÍA CONSTRUCTORA LTDA. (IGL) dio un concepto sobre los problemas que se estaban en el área sur oriental, concluyendo los siguientes aspectos sobre el sitio de estudio de este informe:

- En el pasadizo del sector sur oriental se halla un muro el cual presenta varias fisuras y manchas de humedad atribuibles al drenaje inoperante.
- Advierten además de un riesgo serio de la ocurrencia de fenómenos de erosión, flujos de tierra y lodos y deslizamientos masivos locales.
- Además recomiendan mejorar las condiciones de drenaje de la zona, creando nuevos sistemas y realizando el mantenimiento a los existentes.

En mayo 10 de 2006 la DPAE emitió el diagnostico técnico No DI-2854, efectuado por causa de la reactivación de desprendimientos y movimientos del terreno, que afectaron la estructura de la vivienda ubicada en la calle 48 Bis B sur # 9 – 24, recomendando entre otras acciones, las siguientes:

- Incluir el sector del presente diagnóstico en la base de datos de sitios críticos por fenómenos de remoción en masa de la DPAE, para intervención con medidas de mitigación de riesgo, dependiente de una priorización técnica que se le asigne al sitio y a la disponibilidad de recursos tanto del Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias, FOPAE, como del Fondo de Desarrollo Local.

3.5. Descripción del problema sitio 5 Barrio El Portal

Con base en el Diagnóstico Técnico reportado en el Estudio de Inestabilidad del Terreno en Diferentes Localidades de Santa fe de Bogotá, elaborado por la firma INGEOCIM Ltda. en el año de 1998 para el FOPAE, el sitio de estudio se encuentra clasificado en amenaza alta por fenómenos de remoción en masa.

En septiembre de 2004 personal de la coordinación técnica de la DPAE realizó una visita mencionando los siguientes aspectos: Se encuentra un escarpe desprovisto de vegetación en el cual se evidencian procesos de erosión en surcos produciendo el desgaste del escarpe y el depósito hacia la base del mismo. Estos procesos erosivos tienen como principal causa la falta de una cobertura vegetal de la zona y las deficiencias en el manejo de aguas de escorrentía.

En enero 30 de 2006 la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias emitió el concepto técnico No 4320, en el cual se evaluaron los tipos de riesgo por remoción en masa en el barrio El Portal II Sector, concluyendo: el barrio El Portal II sector presenta una clasificación de amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa.

Las recomendaciones dadas para los predios ubicados en la parte baja del talud como zona de amortiguamiento por riesgo de deslizamiento y para aquellos que se encuentran en la corona del talud, se recomienda adelantar diseño y construcción de obras de mitigación.

3.6. Descripción del problema sitio 6 Barrio San Martín de Porres

Como resultado del Concepto Técnico No. **CI-3369** emitido por la DPAE, efectuado en el mes de Mayo de 1999, la Zona Verde No. 6 ubicada en calle 45 Bis con carrera 1 Este, se ubica en un sector de laderas de pendiente alta con una morfología ondulada, en el que existen escarpes sucesivos que indican la inestabilidad del sector, por lo que bajo estas condiciones se ratifica la calificación dada en el Concepto Técnico de Riesgo No. **CT – 3369**, de zona de Amenaza Alta por Fenómenos de Remoción en Masa; por lo cual se considera necesario intervenir la zona verde, realizando en un estudio previo detallado de amenaza y riesgo, de acuerdo con los términos de referencia establecidos en la Resolución **364** del 17 de octubre de 2000 emitida por la DPAE.

3.7. Situación actual sitio 1 Barrio Paraíso

Con base en la visita de reconocimiento efectuado a finales del mes de octubre del año en curso, se encontró que la zona afectada corresponde a un talud de corte de la vía de acceso al barrio El Paraíso, el cual limita con varias casas de 1 y 2 pisos localizadas por los costados y por detrás del talud de corte.

Con base en la información suministrada por los residentes se pudo constatar que efectivamente a finales de 1989, se presentó un primer deslizamiento (deslizamiento 1) en el costado nor-oriental, justo al frente de la casa de la señora Blanca Balboa Sanabria (ver la Fotografía 1); este deslizamiento de poca profundidad, abarcó la altura total del talud de corte, con corona de falla muy cerca a la parte superior del talud; el material deslizado invadió el carril sur-norte de la vía de acceso al barrio, y parte de éste material deslizado quedó depositado en la parte inferior del talud inicial.



Fotografía 1: Deslizamiento que se presentó en 1989 en el zona nor-oriental del área de estudio, justo en frente del predio de la señora Blanca Balboa Sanabria. La cicatriz de falla fue cubierta con relleno de basuras y en la base se formó una lengüeta que invadió la vía en la parte baja.

Posteriormente, a comienzos del año 2005, se generó una segunda falla en la zona central del talud de corte, producto de las lluvias que saturaron el talud; a diferencia de la falla anterior, en este sitio se generó una falla de mayor profundidad, con tendencia regresiva, la cual dejó al descubierto un escarpe casi vertical del orden de 4 m de altura, que comprometió la acera de la entrada oriental a la casa de la señora Rosa Amparo Pulido(ver la Fotografía 2).



Fotografía 2: Vista del deslizamiento ocurrido a comienzos del año 2005, en la zona central del área de estudio. Se generó una falla rotacional retrogresiva de profundidad moderada que emerge al nivel de la vía.

Aunque se presentó en los últimos meses (septiembre – octubre de 2005) un intenso invierno, no se ha percibido una evolución del proceso de falla dentro de las casas, exceptuando algunos bloques de tierra en forma de nariz, que se encuentran agrietados y que pueden desprenderse del talud (ver las Fotografías 3 y 4); un primer bloque se encuentra localizado en la esquina sur-occidental de la casa de la señora Blanca Balboa Sanabria Patiño (Interior 7) y un segundo bloque en frente de la casa de la señora Rosa Amparo Pulido (Interior 3).

Finalmente se encuentra que, la parte sur del talud de corte está cubierta por una capa delgada de relleno, y en la actualidad permanece estable; sin embargo, en la base del talud, contra la cuneta de la vía, hay señales de deformaciones laterales del talud, que pueden llegar a afectar la cuneta inferior (ver las Fotografías 4 y 5).



Fotografías 4 y 5: Parte sur del talud cubierta por rellenos. Se notan algunas deformaciones laterales que pueden afectar la cuneta inferior.

Aunque no hace parte de la zona en estudio, es importante destacar que en la parte baja de la vía al otro lado del talud corte, se encuentran varios escarpes de deslizamientos antiguos que eventualmente pueden afectar la vía en la parte alta

3.8. Situación actual sitio 2 Barrio Manantial

Durante la fase de reconocimiento del presente estudio se encontró un deslizamiento complejo de gran magnitud que abarca un área de más de 2.000 m², afectando las vías de acceso al Barrio El Manantial y terrazas de casas antiguas demolidas, y evacuadas posiblemente por problemas anteriores de estabilidad en el sector ver la fotografía 6.



Fotografía 6 Vista general de la zona inestable en el Barrio El Manantial

El deslizamiento es de poca profundidad con tendencia retrogresiva, y afecta una capa de relleno y depósito coluvial del orden de 3 m de espesor; por debajo de este material se encuentran arcillolitas y areniscas de la Formación Guaduas.

El tramo de vía afectada es del orden de 44 m de largo sobre la diagonal 25 sur, en la cual se concentra el agua proveniente de las partes altas, producto del desempate de mangueras de casas antiguas y de la afluencia de agua de dos tuberías rotas de 10 pulgadas de diámetro. El deslizamiento sigue progresando lentamente hacia arriba, generando nuevos escarpes que revelan una tendencia retrogresiva.

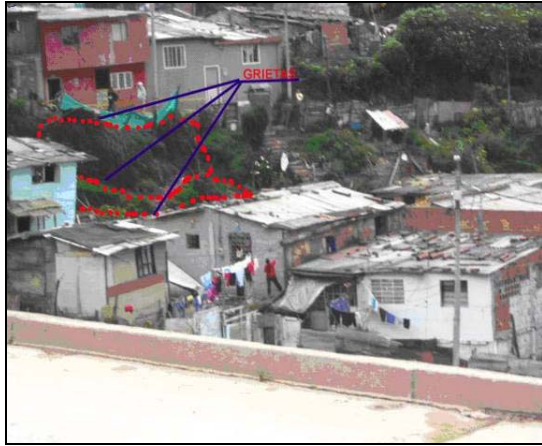
Las obstrucciones presentadas en la tubería de aguas negras han ocasionado el represamiento de agua dentro de la tubería y dentro de los pozos de inspección que están al lado izquierdo y por fuera de la zona inestable; esta situación está generando la filtración de agua en el suelo circundante, ocasionando daños adicionales sobre las casas que se encuentran por el borde externo de la diagonal 25 sur que se puede observar en las fotografías 7 Y 8 respectivamente.



Fotografía 7 y 8 Casas localizadas detrás del borde externo de la banca sobre la diagonal 25 sur, después del deslizamiento principal. La acumulación de agua en el suelo ha generado fallas superficiales sobre una capa delgada de coluvión, generando grietas en las casas del sector.

3.9. Situación actual sitio 3 Barrio Ramajal

Con base en la visita de reconocimiento efectuada en el mes de abril del año en curso, se encontró que el movimiento permanece activo con tendencia retrogresiva; en algún momento entre el diagnóstico elaborado en diciembre de 2005 y la visita realizada en el mes de abril de 2006 se observó que parte de la masa de suelo en la corona fallo dejando al descubierto el material como se observa en las fotografías 9 y 10.



Fotografía 9 Visual general del deslizamiento ocurrido en el año 2005, en la zona central del área de estudio se generó una falla rotacional.

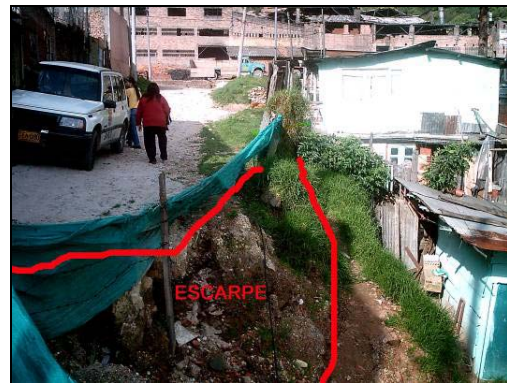


Fotografía 10 Visual general del movimiento en abril de 2006. Se puede observar que el movimiento a continuado y parte del material en la corona colapsó dejando ver un escarpe de 1.85 metros de profundidad.

En los escarpes se pudo observar la presencia de un tubo de aguas negras y una fuga agua en la pata del talud. La corona del movimiento esta afectando la banca de la vía por el carácter retrogresivo del movimiento; se teme que dicho movimiento puede afectar también las redes de servicios públicos que se encuentran localizadas en la parte de la banca que aún permanece estable como muestran las fotografías 11 y 12 .



Fotografía 11. A finales del año 2005 (diciembre), en la zona central del área de estudio. Se genero un movimiento que afecto la un vía de acceso al barrio Ramajal. En la fotografía se resalta una grieta en la corona del movimiento.



Fotografía 12: En abril de 2006 el movimiento permanece activo.

Como medida de mitigación preventiva y sin consideraciones técnicas los habitantes de la zona han removido parte del material desplazado en la pata del talud.

Finalmente se encuentra que, la parte superior del talud, está conformado por un relleno de mala calidad (compuesto por materiales sobrantes de construcción, que hace parte de la estructura del pavimento).

3.10. Situación actual sitio 4 Urbanización Zarazota

Se realizó una visita de reconocimiento en el mes de junio de 2006, en la cual se destacan los siguientes aspectos:

- Las viviendas de la urbanización Zarazota fueron construidas 12 años atrás sobre suelo residual y roca, en la parte alta de un talud de corte; en la parte baja del talud se encuentra un paso peatonal.
- El tipo de cimentación, consiste en una viga de amarre continua entre las viviendas, sobre un relleno de poco espesor o roca, según el punto de localización.
- La casa identificada con la dirección calle 48 B bis sur No 9-24 presenta problemas en la zona de patio, como se muestra en la fotografía 13, debido a que los cimientos en este lugar están sobre un relleno muy suelto, que colapsó por acción de cargas de los muros y la presencia del agua en el suelo.



- Las restantes cinco (5) viviendas que componen la manzana en estudio se encuentran en buenas condiciones estructurales y cimentadas sobre material rocoso de la zona.
- En la parte baja del talud que colinda con el paso peatonal, se construyó un muro de gavión de dos cuerpos que se encuentra cimentado sobre arcillolitas pero debido a procesos erosivos por causa del agua, se hallan en proceso de derrumbes y provocando un leve basculamiento del muro hacia el paso peatonal.
- Siguiendo por el paso peatonal hacia el norte y bajo la casa con dirección exacta 9-24, y 9-28, se encuentra un muro de piedra pegada pañetado, el pañete está fracturado por los efectos del empuje del agua ya que los filtros instalados están totalmente colmatados.
- Continuando el ascenso por el paso peatonal se encuentra una zona verde con pequeñas cicatrices de fallas o desprendimientos de material proveniente de la parte alta del talud, entre los patios de las casas ubicadas en las direcciones calle 48 B bis sur No 9-32 y calle 48 B bis sur No 9-36 y el paso peatonal como se observa en la fotografía 14; estos desprendimientos se han generado por la afluencia de agua de escorrentía de las casas localizadas en la parte alta y por la ausencia de sistemas de drenaje superficial.



Fotografía 14. En esta zona se han presentado derrumbes obstruyendo el paso peatonal.

- Finalmente se encontró una escalera de acceso a la parte alta del talud desnivelada, y una segunda zona en la parte norte donde hace 8 años se realizó un corte verticalizado y fué protegido con un muro de piedra pegada y ladrillo; este recubrimiento presenta evidencias superficiales de deformación y en condición de estabilidad marginal.
- La zona de estudio de la Urbanización Zarazota no cuenta con un sistema adecuado de captación y evacuación de aguas lluvias.

3.11. Situación actual sitio 5 Barrio El Portal

En la visita de reconocimiento efectuada en el mes de junio de 2006, se encontró un escarpe verticalizado del orden de 8 m de altura y desprovisto de vegetación; según las evidencias del momento el talud viene presentando desprendimientos recientes de pequeños bloques debido a los procesos de erosión; los materiales de estos taludes caen progresivamente en la parte inferior donde se encuentran viviendas que están potencialmente expuestas a daños (ver fotografía 15); en la parte alta se han reducido los espacios peatonales desarrollados en la corona del talud, acortando mas la distancia entre las viviendas y la línea de corte del escarpe (ver fotografía 16).



Fotografía 15. Talud verticalizado de 8m de altura, desprovisto de vegetación, se ven recientes desprendimientos en la parte baja del talud.



Fotografía 16. La berma peatonal existente entre las casas y la corona del talud, se viene reduciendo a causa de los desprendimientos.

En la parte superior, detrás de la corona del talud, se encuentra un terreno de alta pendiente donde se ubican casas de uno a dos pisos de altura, desprovistas de sistemas de evacuación de aguas lluvias y residuales; estas viviendas vierten sus aguas directamente a la calle o pozos internos que generan escorrentías superficiales, o infiltración de aguas en el cuerpo del talud.

Para el caso de la zona de estudio en el barrio El Portal II Sector, los daños o pérdidas corresponden a un retroceso de la corona del talud, lo cual puede causar daños inminentes en 5 casas que están muy cerca de dicha corona. En el largo plazo puede llegar a comprometer por lo menos a 10 casas más que se encuentran relativamente cerca de la corona del talud. Los daños también están representados por la caída de bloques, los cuales pueden afectar a dos viviendas localizadas en la parte baja del talud; adicionalmente la zona de alto riesgo es de fácil acceso para cualquier persona; por lo cual puede generar lesiones en ellas; estas razones son suficientes para considerar la zona de estudio como Crítica.

3.12. Situación actual sitio 6 Barrio San Martín de Porres

Con base en la visita de reconocimiento efectuada en el mes de julio del año en curso, se observa que el fenómeno de inestabilidad de los taludes en la zona del **Barrio San Martín de Porres** en la localidad de Chapinero se manifiesta por la destrucción de algunas construcciones localizadas en la parte superior del talud y además por la rugosidad de la superficie aparenta ser el resultado morfológico de deslizamientos de carácter retrogresivo como se ve en la Fotografía 17.



Fotografía 17. Rugosidad de la superficie que se presenta en la parte superior de la zona verde N°6 del Barrio San Martín de Porres.

La destrucción de algunas edificaciones puede ser la evidencia de la ocurrencia de procesos de inestabilidad del talud que afectan áreas de gran amplitud. Su desconocimiento puede favorecer la destrucción de otras viviendas con alto riesgo de

pérdida de vidas humanas y notorio deterioro del medio ambiente. Esto es razón suficiente para estudiar los fenómenos evidentes de inestabilidad en la zona en cuestión.

4. TOPOGRAFÍA

Como base para la zonificación, se debe conocer la topografía del sector incluyendo curvas de nivel y los detalles de la urbanización; dado el detalle del trabajo, este levantamiento se hizo al detalle de escala 1:500 (curvas de nivel cada 0.5 m), obteniendo la división de las manzanas a nivel loteo. Para realizar el levantamiento, se procedió a realizar:

- Posicionamiento mediante GPS de alta precisión, empleando como punto de amarre la placas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- Amarre de coordenadas reales utilizando el punto CD-608-A con señal azimut a Monserrate Iglesia
- Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
- Levantamiento topográfico detallado del sitio con: postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, vías, paramentos, cercas, y demás detalles.
- Generación de curvas de nivel cada 0.5

5. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Para determinar las características del suelo del área de estudio, se llevó a cabo el siguiente programa de exploración del subsuelo en forma directa.

TIPO DE EXPLORACIÓN	Cantidad sitio 1	Cantidad sitio 2	Cantidad sitio 3	Cantidad sitio 4	Cantidad sitio 5	Cantidad sitio 6
Trincheras De 3.0 M	5	-	-	-	3	-
Sondeo mecánicos prof. hasta 5.0 m	1	-	-	-	-	-
Apiques prof. hasta 1 m	-	2	-	3	-	-
Perforaciones mecánicas entre 4.0 a 5.0 m	-	3	-	2	-	-
Perforaciones mecánicas hasta 3.0 m	-	-	-	-	2	-
Sondeo mecánicos prof. hasta 10.0 m	-	-	1	-	-	-
Sondeo mecánicos prof. hasta 8.8 m	-	-	1	-	-	-
Sondeo mecánicos prof. hasta 6.0 m	-	-	1	-	-	-

Sondeo mecánicos prof. hasta 5.4 m	-	-	1	-	-	-
Barrenos de prof. entre 1.60 y 2.45 m	-	-	-	-	-	2
Apiques hasta 3.60 de prof.	-	-	-	-	-	1
Apiques hasta 3.60 de prof.	-	-	-	-	-	1

6. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

6.1. Análisis sitio 1 Barrio El Paraíso

Los análisis de estabilidad indican que la zona baja de los taludes son altamente susceptibles a la falla, ya que corresponden a materiales que han sufrido pérdida de resistencia por deformación.

Las parte alta de los taludes correspondiente a las zonas de las casas presentan condiciones de estabilidad marginal; sin embargo esta condición se considera razonable teniendo en cuenta que regionalmente el Barrio El Paraíso se encuentra emplazado en un cono de deyección (coluviación) de gran espesor, de amenaza geotécnica media.

Debido a estos problemas se plantearon dos alternativas que comprenden las siguientes obras:

- Alternativa 1
 - ~ Conformación de un muro de gaviones de 2 a 4 m de altura en la base del talud, con la corona de muro a la cota 2.708 msnm.
 - ~ Retiro de los rellenos orgánicos y zonas de falla y reemplazo por una estructura de relleno reforzado con geomallas de alta resistencia. Esta estructura se proyecta entre las cotas 2.707 y 2.712 msnm. Se incluyen obras de drenaje subsuperficial en la base del relleno estabilizado.
 - ~ Retiro de rellenos de basuras del costado nor-oriental, y reemplazo por una estructura de relleno reforzado de 2 m de ancho y 4 m de altura.
 - ~ Conformación de una estructura de gaviones de 4 m de altura en la zona central.
 - ~ Empradización y drenajes superficiales.
 - ~ Para esta alternativa es necesario la compra de la vivienda de propiedad de: la señora Blanca Balboa Sanabria Patiño (Diagonal 43 No. 1A-20 Interior 7).

- Alternativa 2

Las obras de mitigación previstas son las siguientes:

- ~ Conformación de un muro de gaviones de 2 a 4 m de altura en la base del talud, con la corona de muro a la cota 2.708 msnm.
- ~ Retiro de los rellenos orgánicos y zonas de falla y reemplazo por una estructura de relleno reforzado con geomallas de alta resistencia. Esta estructura se proyecta entre las cotas 2.707 y 2.712 msnm. Se incluyen obras de drenaje subsuperficial en la base del relleno estabilizado.
- ~ Conformación de la parte superior del talud con inclinación 1.5H: 1.0V, con una berma intermedia de 3 m en la cota 2712 msnm.
- ~ Empradización y drenajes superficiales (cunetas). La parte superior requiere un sistema de cespedón para la empradización.
- ~ Para esta alternativa es necesario la compra de tres (3) viviendas localizadas en la parte superior del talud y de propiedad de: la señora Blanca Balboa Sanabria (Diagonal 43 No. 1A-20 Interior 7) y de la señora Rosa Amparo Pulido (Diagonal 43 No. 1A-20 Interior 3).

6.2. Análisis sitio 2 Barrio Manantial

Se efectuaron los análisis de estabilidad con base en modelos de equilibrio límite mediante los cuales se pudo comprobar los mecanismos de fallas observados en la zona. Dadas las condiciones precarias de estabilidad de la zona y la necesidad de recuperar la banca se plantearon las obras de mitigación que se describen a continuación:

Conformación de la superficie del talud en la zona baja comprendida entre la diagonal 25 sur y la carrera 17D, con taludes inclinados 1.5H:1.0V y una berma intermedia en la cota 2806 de ancho variable entre 0 y 6 m.

Construcción de un muro de gaviones con contrafuertes en la pata del talud de 45 m de longitud, y entre 1 y 2 niveles. El muro debe quedar conteniendo la base del talud reconformado.

Construcción de una pantalla de pilotes metálicos distribuidas en dos filas y con separación de 1m localizados por el borde externo de la banca sobre la Diagonal 25 sur; los pilotes quedarán unidos en su extremo superior por dos vigas longitudinales tipo IPE-100, y transversalmente por riostras separadas cada 2m. La parte superior de la pantalla quedará embebida dentro de un muro macizo de concreto ciclópeo de 2 m de ancho y 2 m de altura. Una vez se construya la pantalla, se puede recuperar la vía mediante un mejoramiento de la subrasante con rajón de 0.5 m de espesor y geomalla biaxial.

Recuperación de la red de aguas lluvias y negras mediante la instalación de tubería flexible en fibra de vidrio que tenga capacidad de absorber deformaciones sin que se generen desempates o roturas en su sección.

Manejo de aguas superficiales e instalación de drenes subsuperficiales bajo la carrera 25 sur y por el borde interno de la berma intermedia, con entrega a un pozo de aguas negras que se encuentra en la parte baja del talud.

6.3. Análisis sitio 3 Barrio Ramajal

Teniendo en cuenta que los factores de seguridad en general se reducen considerablemente de la condición saturada de los suelos a la condición drenada se recomienda la implementación de obras de drenaje y la revisión de la red de acueducto y alcantarillado del área de estudio.

Una vez analizados los resultados de los cálculos de estabilidad se determinó la construcción de las obras de estabilización las cuales se resumen, así:

- Construcción de un muro estructural de 4.5 metros de altura y 10 metros de longitud el cual recuperará la vía de acceso al barrio.
- Muro en gaviones en la pata del talud con una altura de 3.0 metros y una longitud de 16.0 metros
- Drenajes superficiales (trincheras denantes con cunetas, disipadores de energía)
- Tres drenes horizontales con una longitud de 10.0 m.

6.4. Análisis sitio 4 Urbanización Zarazota

Los análisis de estabilidad no muestran grandes problemas de falla, definiéndose para este lugar unos problemas muy locales y superficiales.

Para la zona Norte las condiciones de estabilidad indican que el talud se encuentra en estos momentos en condición cercana a la falla, situación que es evidente en el sitio, por las deformaciones excesivas del talud.

Una posible eventualidad de sismo en la zona de estudio de la urbanización, detonaría las fallas del talud que puede desencadenar un deslizamiento que afectaría las viviendas de la parte baja y zonas comunes de la parte alta.

Se plantearon las siguientes obras de mitigación:

- Talud en la parte sur de la Urbanización.

En este lugar se localiza el muro de gaviones de dos cuerpos cimentado sobre roca muy fracturada y erosionada, la cual esta permitiendo que se de un leve basculamiento del mismo, para solucionar dicha condición se requiere realizar un recalce en piedra pegada con mortero, y que va desde la base del muro de gavión

hasta la cota -0.30 del nivel peatonal actual. Para permitir el drenaje de esta zona se instalarán lloraderos en el suelo; adicionalmente se instalarán 3 chimeneas con el fin de drenar todos los estratos allí localizados.

- Zona de falla.

Comprende la zona donde está el pañete de muro fisurado, y el muro de piedra pegada, bajo la casa No 9-24 ubicada en la calle 48 B bis sur, se propone retirar el muro de piedra pegada, los pañetes existentes y fracturados, y conformar un muro de gaviones de 5 cuerpos de altura.

- Zona localizada bajo las casas No 9-28 y la No 9-32. de la calle 48 B bis sur

Actualmente se encuentra en este sitio un pañete, delgado, algo fisurado por acción de empuje del agua; también se han producido deslizamientos anteriormente debido a que el terreno es de pendiente alta, y está conformado en su parte alta por limo arenoso.

Con el fin de realizar una protección del talud y contener el estrato de limo que presenta fallas superficiales, se propone la construcción de un muro en piedra pegada con sus respectivos lloraderos y chimeneas, para drenaje del suelo y en la parte alta se propone construir un cuerpo de gavión para la contención del limo en cuestión, adicionalmente se debe perfilar y cubrir la superficie en la parte alta del talud, con una malla de gallinero y mortero.

- Zona localizada bajo las casas No 9-36 y No 9-40 de la calle 48 B bis sur.

Actualmente se encuentra la cara del talud cubierta por un pañete de poco espesor, y solo se requiere una obra de protección del talud, que consiste en un muro de piedra pegada con cemento con sus respectivos lloraderos y chimeneas para permitir el libre drenaje del talud.

- Zona en la parte Norte.

Se proponen obras de manejo de aguas subsuperficiales con un filtro longitudinal y de aguas superficiales con cunetas; además se contempla la recuperación de un acceso peatonal.

6.5. Análisis sitio 5 Barrio El Portal

Para los análisis de estabilidad se efectuaron modelos de equilibrio límite los cuales indican que el talud en su condición actual es estable, y no presenta problemas de falla por comportamiento geomecánico de los suelos.

Los estudios de erosión indican que el talud es altamente susceptible a presentar problemas de erosión y si no se efectúan las obras de mitigación se pueden comprometer las casas que se encuentran detrás de la corona del talud.

Para controlar los problemas geotécnicos de la zona, se han planteado las siguientes obras e mitigación:

- Talud zona oriental:

Perfilado del talud con inclinaciones 1.0H:3.0V de forma tal que se retiren bloques alterados de suelos erodados (bad lands) los cuales cubren la superficie actual del talud y son susceptibles a presentar inestabilidad local.

Instalar sobre el talud perfilado un sistema de recuperación de la vegetación por medio de semillas ancladas al talud con microrisas y biomanto, contemplando además una malla de gavión como sistema adicional de protección contra posibles desprendimientos de bloques de suelo.

- Talud Zona Occidental:

Con el fin de retirar el material alterado en esta zona y adicionalmente recuperar el paso peatonal que se encuentra en la corona del talud sur-occidental, se propone la construcción de dos muros de gaviones, uno en la pata del talud de 6 metros de altura, seguido por una berma de 1.50 m de ancho y finalmente un segundo muro de gaviones de 4 metros de altura; la función de esta estructura de contención consiste en recuperar el corredor peatonal de la parte alta.

- Parte superior:

Manejo y transporte de aguas superficiales y subsuperficiales por medio de la construcción de rejillas, y pozos de captación; adicionalmente se propone la construcción de zonas peatonales en adoquín que reduzca la infiltración de aguas al subsuelo, y la instalación de drenes en tubería PVC en la superficie del talud verticalizado, con el objeto de evitar la acumulación de aguas dentro del cuerpo del talud.

Para poder realizar las obras de reconfiguración del talud es necesario adquirir el predio (sin nomenclatura) de propiedad del señor OLMEDO DUARTE, consistente en una casa construida con latón y madera, con pisos en tierra; esta vivienda está actualmente localizada en la parte media del talud sur-oriental, sobre una pequeña terraza que se conformó en dicho sector.

Con las obras de conformación propuestas se mitigan los procesos de erosión en la superficie del talud.

6.6. Análisis sitio 6 Barrio San Martín de Porres

Teniendo en cuenta que los factores de seguridad en general se reducen considerablemente de la condición saturada de los suelos a la condición drenada se recomienda la implementación de obras de drenaje y la revisión de la red de acueducto y alcantarillado del área de estudio.

Una vez analizados los resultados de los cálculos de estabilidad se determinó la construcción de las siguientes obras de estabilización:

- Empradización del talud
- Drenajes superficiales (cunetas sacos de suelo-cemento)
- Trinchos de madera separación cada 2 m

7. COSTOS

7.1. Costo de las obras sitio 1 Barrio Paraíso

El valor total de las obras de la alternativa 1 es de \$ 169'054.529 y de las obras de la alternativa 2 es del orden de \$173'479.666.

Adicionalmente de las obras propuestas se requieren las siguientes intervenciones para cada una de las alternativas

Valores adicionales de las alternativas planteadas

Item	Alternativa	Valor
Interventoría de Obra	Alternativa 1	\$ 25'500.000
Compra de predio (cantidad 1)	Alternativa 1	\$ 35'000.000
Interventoría de Obra	Alternativa 2	\$ 26'000.000
Compra de predio (cantidad 2)	Alternativa 2	\$ 70'000.000

El valor total de la alternativa 1 es del orden de \$ 229'554.529 y de la alternativa 2 es del orden de \$269'479.666.

7.1.1. Selección de la alternativa

Las medidas de mitigación del riesgo planteadas en este estudio, están concebidas para disminuir la probabilidad de ocurrencia del evento (disminución de la amenaza), aunque indirectamente se disminuye la vulnerabilidad debido a que, por razones constructivas, es necesaria la evacuación de una o dos casas, según la alternativa.

se considera que con las obras implementadas la amenaza por deslizamiento es BAJO, y dado que la vulnerabilidad se puede calificar como MARGINAL (según categorización presentada), ya que los elementos en riesgo de la parte alta (viviendas) fueron

retirados, el riesgo para cada una de las alternativas planteadas se puede calificar como ACEPTABLE (según matriz de aceptabilidad del riesgo).

Debido a que las dos alternativas son igualmente viables y a que el valor es similar para ambas, la selección de la alternativa se realizó mediante la presentación a los funcionarios del DPAE, y en forma conjunta con la Interventoría y el Consorcio, se seleccionó como alternativa de solución la denominada Alternativa No. 2.

7.2. Costo de las obras sitio 2 Barrio Manantial

El valor total de las obras de la alternativa 1 es de \$ 430'415.439 y de las obras de la alternativa 2 es del orden de \$ 484'210.542.

Adicionalmente de las obras propuestas se requieren las siguientes intervenciones para cada una de las alternativas

Valores adicionales de las alternativas planteadas

Item	Alternativa	Valor
Interventoría de Obra	Alternativa 1	\$ 65'000.000
Interventoría de Obra	Alternativa 2	\$ 73'000.000

El valor total de la alternativa 1 es del orden de \$ 495'415.439 y de la alternativa 2 es del orden de \$ 557'210.542.

7.2.1. Selección de la alternativa

Debido a que las dos alternativas son igualmente viables y a que el valor es similar para ambas, la selección de la alternativa se realizó mediante la presentación a los funcionarios del DPAE, y en forma conjunta con la Interventoría y el Consorcio, se seleccionó como alternativa de solución la denominada Alternativa No. 1.

7.3. Costo de las obras sitio 3 Barrio Ramajal

El valor total es de la obra es del orden de \$ 75.241.183.

EL costo de la interventoría se calculó aplicándole el 15 % sobre el valor de las obras es decir un valor del \$ 11.286.177.

7.4. Costo de las obras sitio 4 Urbanización Zarazota

El valor total es de la obra es del orden de \$ 64.167.343 donde se incluye un AIU del 20 %

7.5. Costo de las obras sitio 5 Barrio El Portal

El valor total es de la obra es del orden de \$ 187.821.302 donde se incluye un AIU del 20 %

7.6. Costo de las obras sitio 6 Barrio San Martín de Porres

El valor total es de la obra es del orden de \$ 59.887.243.

El valor de la interventoría se calculó como aproximadamente del 15 % del valor de las obras es decir un valor del orden de \$ 8.930.000.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

8.1. Conclusiones y Recomendaciones sitio 1

Con base en los resultados de reconocimiento geológico y geotécnico de la zona se concluye que el barrio El Paraíso está emplazado en la parte alta de un cono de deyección (coluvión) de gran espesor con condiciones de estabilidad moderadas.

Con base en los antecedentes y la evolución del problema, se concluye que en el sector de estudio se han presentado fallas de talud de profundidad baja a moderada, las cuales están en riesgo de comprometer unas 3 casas localizadas en la parte alta del talud, ante una eventual regresión de las fallas actuales.

Como resultado de este estudio se ratifica que la causa de los problemas de estabilidad de estos taludes se deben a la filtración de aguas lluvias en el coluvión, los cuales generan pérdida gradual de resistencia de las capas superficiales de este, que degeneran en fallas rotacionales de poca profundidad.

La zona donde están emplazadas las casas presenta un grado de amenaza media a alta por deslizamiento, debido a la naturaleza propia del depósito de ladera el cual está constituido predominantemente por arcillas arenosas de resistencia media a baja. Esta zona puede ser susceptible a fallas regionales que pueden detonar ante la ocurrencia de sismos de moderada intensidad tal como se refleja en la zona de ladera baja al otro lado de la vía; dado que el problema en estudio es de carácter local, no es aplicable la ejecución de obras de contención de mayor especificación tales como pantallas entre otras, ya que existe la probabilidad de fallas profundas que no serían controladas de manera eficiente con este tipo de estructuras.

Con base en la exploración y el reconocimiento de campo, se encontró que el deslizamiento 1 es de poca profundidad del orden de 1 a 2 m de espesor y afecta capas de rellenos predominantemente orgánicos; el deslizamiento 2 de la zona central puede alcanzar los 4 m de espesor y abarca una parte del depósito de ladera arcilloarenoso. Las fallas se produjeron por saturación y pérdida de resistencia de los materiales por deformación.

Como obras geotécnicas de mitigación se propusieron dos alternativas, que se describen resumidamente en el numeral 6.1 de este informe:

- ~ Conformación de un muro de gaviones de 2 a 4 m de altura en la base del talud, con la corona de muro a la cota 2.708 msnm; este muro se prolonga por el borde oriental de la vía, desde el costado sur hasta el nor-oriental.
- ~ Retiro de los rellenos orgánicos y zonas de falla y reemplazo por una estructura de relleno reforzado con geomallas de alta resistencia tipo Tenax TT060. Esta estructura se proyecta entre las cotas 2.707 y 2.717 msnm. Se incluyen obras de drenaje subsuperficial en la base del relleno estabilizado.
- ~ Retiro de rellenos de basuras del costado nor-oriental, y reemplazo por una estructura de relleno reforzado de 2 m de ancho y 4 m de altura.
- ~ Empradización y drenajes superficiales.

Para la Alternativa 1, es necesario comprar un predio (Interior 7), mientras que para la Alternativa 2, es necesario comprar 2 predios (interior 7 e interior 2). Las fichas prediales de los posibles lotes a comprar se presentan en el Anexo VIII. De acuerdo con conversaciones sostenidas con funcionarios de DPAE la alternativa seleccionada es la No. 2 que tiene un costo de \$269'479.666.

Con estas obras se pretende mejorar las condiciones de estabilidad local de los taludes y generar una protección de la masa de coluvión con un manejo adecuado de las aguas de superficie y profunda y por el confinamiento lateral que ejercen las estructuras proyectadas contra el suelo natural.

8.2. Conclusiones y Recomendaciones sitio 2 Barrio Manantial

Es importante hacer énfasis sobre la presencia de un deslizamiento de gran dimensión en la zona y la aclaración sobre el alcance del presente estudio el cual abarca tan solo una pequeña parte de este problema; las obras previstas tienen por objeto recuperar el corredor vial sobre la diagonal 25 sur y mitigar amenazas por deslizamientos en las casas localizadas en la parte baja de la carrera 17D.

Es necesario efectuar un estudio complementario de las casas localizadas sobre la diagonal 25 sur, las cuales están relacionadas con el problema de obstrucción de la red de alcantarillado que se prolonga sobre la vía.

8.3. Conclusiones y Recomendaciones sitio 3 Barrio Ramajal

El sitio de estudio se encuentra localizado en la diagonal 31 Sur con Carrera 12 Este, en el barrio **Ramajal**, de la localidad de San Cristóbal, en una zona de laderas de pendiente moderada a alta donde se presentó un deslizamiento rotacional que afectó la vía de acceso al barrio a finales del año 2005.

En el sitio se identificó el desconfinamiento del talud inferior que conforma la banca de la vía de acceso al barrio, generándose un deslizamiento rotacional que involucró el

material de relleno heterogéneo que conforma la misma. El material desplazado tiene un volumen aproximado de 20 m³ y se acumuló hacia la pata del talud. Se atribuye como factor detonante el exceso de presiones de poros debido a la saturación del terreno producto de las filtraciones de agua provenientes de las mangueras que conducen el agua potable a las viviendas del sector, toda vez que estas se encuentran en mal estado, y a la falta de implementación de medidas de protección y/o contención para el citado talud; los deslizamientos presentados tienen poca profundidad (del orden de 1 a 3 m de espesor) que afecta principalmente la capa de rellenos predominantemente antrópicos.

Con base en los antecedentes y la evolución del problema, se concluye que en el sector de estudio se han presentado fallas de talud las cuales ponen en situación de riesgo crítico la vía de acceso al barrio Ramajal, pudiéndose ver afectadas las viviendas localizadas en la parte inferior (tres viviendas), por flujos de tierras en caso de que el material deslizado sea arrastrado por las aguas de escorrentía.

Es importante resaltar que como consecuencia de la infiltración de agua por deficiencias en la red de servicios, se debe revisar la red de servicios de agua potable y alcantarillado en el área de estudio permanentemente y en todo caso antes de iniciar las obras que el presente estudio plantean. Se debe garantizar el buen funcionamiento de las tuberías existentes así como las mangueras que los habitantes de la zona han implementado artesanalmente.

Para reestablecer la continuidad de la vía y garantizar que no se presenten problemas en las viviendas de la parte inferior, se recomendaron las siguientes obras de mitigación que se describen resumidamente en el numeral 6.3 de este informe:

- Conformación de un muro en concreto reforzado de 4.5 m de altura en la base del talud, con la corona de muro a la cota 2.798 msnm; este muro se prolonga por el borde nor-oriental de la vía con una longitud de 10.0 metros.
- Retiro de los rellenos antrópicos en la zona de falla y reemplazo por una estructura de material granular seleccionado en la cara interior del muro.
- Tres drenes horizontales de 10 metros de longitud y drenajes superficiales los cuales incluyen la construcción de una trinchera drenante con cuneta sobre la vía, dos disipadores de energía y tres drenes horizontales.
- Construcción de un muro en gaviones en la pata del talud en las sección geotécnica 2 de 3.0 metros de altura y 16.0 metros de longitud

La construcción de las obras propuestas tiene un costo aproximado de \$ 75.241.183

Con estas obras se pretende mejorar las condiciones de estabilidad local de los taludes y generar una protección de la masa con un manejo adecuado de las aguas de

superficie y profunda y por el confinamiento lateral que ejercen las estructuras proyectadas contra el suelo natural.

Las obras propuestas no implicaran la adquisición de predios.

8.4. Conclusiones y Recomendaciones sitio 4 Urbanización Zarazota

Los fenómenos de inestabilidad evidenciados en agrietamientos de algunas paredes de la casa No 9-42, y la falla de los muros parte del patio de la misma edificación, junto con el desprendimiento de material de un talud en un sendero peatonal, han hecho que esta zona sea objeto de un estudio de estabilidad para diseñar obras de emergencia tendientes a estabilizar los taludes del sector.

El macizo rocoso en la zona de estudio esta conformado por dos secuencias sedimentarias, una aflorante en la parte alta y la otra en la parte baja. La primera con estratificación gruesa e inclinada hacia el sur oeste (225/10) y la segunda con estratificación fina y horizontalizada.

El contacto entre estas dos secuencias no es claramente definido, pudiendo ser por fallamiento o por discordancia, sin embargo se anota también que no se presenta en el sitio evidencia de brechamiento ni rasgos morfológicos especiales.

El material de cobertura dominante en la zona norte corresponde a suelos de carácter residual, arenosos, sueltos de alta permeabilidad, de espesor superior a 2 metros, mientras que el material de cobertura de la zona sur es delgado, de 0.5 a 1.0 metros de espesor.

La casa identificada con el numero 9-42 esta localizada sobre el contacto de las dos secuencias sedimentarias descritas; las dos ofrecen alta capacidad portante. Lo cual indica que el agrietamiento se debe a que la cimentación del patio esta sobre un relleno mal compactado y fallado, es en consecuencia un problema local. Las otras casas ubicadas en la misma manzana están cimentadas en el suelo residual, por lo tanto no presentan problemas de cimentación.

Los problemas de fracturamiento de pañetes se deben a que los filtros o lloraderos instalados en el talud se encuentran colmatados, impidiendo que el suelo drene naturalmente, generando empujes sobre las estructuras encontradas a su paso.

Los rasgos de inestabilidad de los taludes en la zona norte corresponde a desplazamientos del material arenoso de carácter residual, teniendo en cuenta que esta zona es comunitaria y además contiene parques y zonas recreativas se considera importante realizar obras de drenaje consistentes en drenes de penetración instalados en la pata del talud y un filtro en la parte alta con el fin de captar las aguas sub-superficiales y disminuir la posibilidad de un deslizamiento.

8.4.1. Recomendaciones:

Con el fin de mitigar posibles problemas de inestabilidad en las viviendas generado por causa de la erosión de los suelos, producida por efectos del agua, se propone una serie de obras de protección de talud consistentes en muros de gaviones y piedra pegada, incluidas obras de drenaje contra el talud.

Se contemplan dentro de las obras de mitigación sistemas de drenaje superficial para controlar la escorrentía superficial la infiltración de agua al suelo; esto es mediante la construcción de una cuneta para encausar y transportar las aguas provenientes de la escorrentía proveniente de las calles de la parte alta del barrio y que llegan a la zona de las casas donde se encuentran suelos arenosos susceptibles a la erosión y a fallas superficiales ante la acción del agua.

Para la zona norte se contempla también una serie de drenes de penetración en la parte baja del talud de corte, y un filtro localizado bajo la cuneta en la parte alta; esto con el fin de controlar posibles deslizamientos de la capa superficial del suelo residual arenoso.

8.5. Conclusiones y Recomendaciones sitio 5 Barrio El Portal

El sector crítico No. 5 corresponde a un talud verticalizado del orden de 12 m de altura altamente susceptible a la erosión; el material aflorante en el talud frontal de la depresión morfológica de El Portal corresponde a un depósito pseudoestratificado de origen fluvio-lacustre.

En la cara expuesta del talud predomina material areno arcilloso con clastos de baja consistencia, alta permeabilidad e intensamente desintegrado, causado por la erosión laminar; el proceso de erosión genera retroceso del frente del talud, lo cual puede ocasionar afectaciones potenciales de las casas que se encuentran en la parte alta del talud. Del talud se desprenden bloques de diversos tamaños por acción de aguas superficiales y/o sub superficiales que debilitan el material y por gravedad caen a la parte inferior del talud.

Los resultados del reconocimiento de campo junto a los ensayos de laboratorio y los análisis efectuados con estos datos, demuestran que el problema de retroceso del talud se debe a procesos erosivos ocasionados por acción de la escorrentía superficial.

La erosión se debe a la deficiencia de un sistema de drenaje superficial y subsuperficial en la zona de estudio, ya que las aguas al no ser captadas y transportadas correctamente son vertidas a la cara expuesta del talud generando un proceso de erosión.

La evolución de este proceso morfológico puede generar daños inminentes a cinco (5) casas localizadas en la proximidad del talud, y en el largo plazo por lo menos a diez (10) casas más. En la parte baja, existe la probabilidad de daños a dos casas aledañas al talud, por el desprendimiento de bloques.

8.5.1. Recomendación:

De acuerdo con el estudio realizado, la visita al sitio, los ensayos de laboratorio y los análisis efectuados se presentan a continuación las recomendaciones necesarias para la mitigación del problema que afecta el sector del barrio El Portal II Sector.

- Realizar una limpieza general del talud, con el fin de remover aquellos bloques erosionados que son inestables y que pueden precipitarse a la base del talud en cualquier momento; en las zonas oriental y central del talud, donde se propone perfilar el talud, este debe llevar una pendiente 1.0H 3.0V, y en la parte occidental donde se construirá el muro de gavión se debe simplemente retirar la capa vegetal y los bloques inestables.
- Favorecer toda la superficie del talud de los procesos erosivos por medio de la instalación de Microrisas (semillas en una ezcla pegajosa), cubiertas con un biomanto y una malla de gavión, adheridas al talud perfilado por medio de varillas de ½" de diámetro hincadas una longitud de 1.00m (cuanto mínimo 0.50m por la presencia de bolos), los ganchos estarán espaciados cada 1.50m, con el propósito de no impedir la permeabilidad natural del macizo rocoso se requiere de la instalación de filtros o lloraderos en tubería PVC del orden de 1.0 metro de profundidad en la cara externa del talud.
- Para impedir el escurrimiento de aguas superficiales se recomienda instalar un sistema de captación y transporte de las aguas en la parte alta del talud; adicionalmente se requiere de la implementación de un sistema de piso tipo adoquín para impedir la filtración de aguas que alimentan los flujos subsuperficiales y/o profundos que existen.

Se recomendaron las siguientes obras de mitigación que se describen resumidamente en el numeral 6.5 de este informe:

- Conformación de la superficie del talud en la zona oriental y occidental, con taludes inclinados 1.0H:3.0V.
- Compra del predio No 1 que se encuentra en la pata del talud.
- Implantación de semillas de (Microrisas), Biomanto y Malla de gallinero en el talud conformado y en la parte oriental donde no se realizó la conformación del talud.
- Construcción de un muro de gaviones con contrafuertes en la pata del talud de 27.5m de longitud de 6 niveles, y uno de 19.5m de longitud y 4 niveles en la parte superior del talud.
- Conformación del talud con relleno seleccionado, entre los muros de gavión y el talud natural.
- Zonas peatonales por medio de adoquín la parte alta del talud y vías que llegan a el.
- Manejo de aguas lluvias y negras con la construcción de tres sumideros, pozos y tubería.

8.6. Conclusiones y Recomendaciones sitio 6 Barrio San Martín de Porres

El material de cobertura en la zona de estudio corresponde a suelos orgánicos delgados sobre material residual arcilloso proveniente de arcillolitas.

- Los suelos residuales tienen espesores que oscilan entre 0.5 y 2.5 metros, a estas profundidades aflora la roca lutítica.
- En ningún sitio de exploración del subsuelo afloró agua.
- Los fenómenos de inestabilidad son de carácter muy superficial como resultado de procesos erosivos del material más desintegrado y descompuesto que se expone a la escorrentía superficial, por consiguiente en la zona estudiada no se presentan fenómenos de remoción en masa.
- En la parte superior del talud adyacente a la edificación destruida predominan los procesos erosivos, mientras que hacia la parte inferior adyacente al resalto morfológico predominan los procesos de sedimentación.
- El resalto morfológico constituye un espolón direccional natural a la escorrentía superficial y cierre de la mini cuenca de sedimentación a donde llega el material desprendido de la parte alta del talud.
- La edificación destruida ubicada en la parte superior del talud, fue cimentada posiblemente, muy superficialmente sobre material erodable, el cual fue erosionado por la escorrentía superficial.
- Las edificaciones con cimentación en suelo residual "firme" o en roca son y serán estables.
- Se recomienda construir obras tendientes a disminuir los procesos de erosión superficial y a reconformar los taludes para impedir la filtración de aguas especialmente sobre el material movido y con grietas de desecación en la morfología escalonada.
- Se recomienda, una vez reconformados los taludes empedrarlos con pasto.

9. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en los resultados de los trabajos de investigación del subsuelo realizados por el Consorcio durante la elaboración de los trabajos; si durante la construcción de las obras se llegaren a presentar condiciones diferentes del subsuelo diferentes a las típicas planteadas en el presente trabajo, se deberá dar aviso al Consorcio para llevar a cabo las aclaraciones o ampliaciones del caso.