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

SITIO 6 - BARRIO SAN MARTÍN DE PORRES
LOCALIDAD CHAPINERO
INFORME

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

CONSULTORIA

CONTRATO: No. 453 de 2005



FONDO PARA PREVENCIÓN Y ATENCION DE EMERGENCIAS - FOPAE

BOGOTA D.C., AGOSTO 2006

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

TITULO: 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.

SITIO 6 - BARRIO SAN MARTÍN DE PORRES
LOCALIDAD CHAPINERO

AUTORES: Consorcio PI-LAMBDA (conformado por GEOCING LIMITADA y el Ing. MIGUEL ANGEL RABA M.)

RESUMEN: En este informe se presentan los diseños de obras, presupuesto y especificaciones técnicas en el sitio ubicado en la Prolongación Calle 45 bis con Carrera 1 Este zona verde No.6 del Barrio San Martín de Porres, localidad de Chapinero, Bogotá D.C.,

PALABRAS CLAVE: Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Fenómenos de Remoción en Masa, Deslizamientos, Barrio San martín de Porres, Localidad de Chapinero.

TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE:

Fenómenos de remoción en masa: Deslizamientos de tierra,

Amenaza: Probabilidad de excedencia de un fenómeno dado.

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:	CONTRATO:	IDIOMA:	NÚMERO DE PÁGINAS:	NÚMERO DE COPIAS:
Clasificado	No. 453 de 2005	Español	41	4

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

CLASE DE DOCUMENTO:	CODIGO:	FECHA:
Informe Final	GE-131-6	01/09/2006

LISTA DE DESTINATARIOS

DESTINATARIO DEL INFORME	IDENTIFICACION
FOPAE	ORIGINAL
FOPAE	COPIA 1
FOPAE	COPIA 2
FOPAE	COPIA 3
Consorcio PI-LAMBDA	COPIA 4

CONTROL DE MODIFICACIONES

INDICE REVISIÓN	CAPITULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACION	OBSERVACIONES	APROBADO

GLOSARIO

Amenaza
Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso en un periodo de tiempo, en un sitio dado.

Antropico
Se refiere a todas las actividades mediante las cuales el hombre transforma el medio natural, tales como obras civiles, Deforestación, Minería, Actividades Agrícolas, Sobrepastoreo, Uso del suelo.

Cuenca
Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones

Deslizamientos
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 estrecha del material. Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse razonablemente.

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

Deslizamientos Traslacionales
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.

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 del escarpe dentro del material forma la superficie de falla

Geomorfología
En pocas palabras, la geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre; pues, según las partículas que componen el término, "geo" es tierra, "morfo" es forma y "logía" es tratado o estudio. Por lo tanto, esta ciencia se remite sólo al estudio de la topografía terrestre. En otras circunstancias, en el estudio de los paisajes de otros astros deberá omitirse el término "geo", y se podrá decir, por ejemplo, morfología de la luna, morfología de marte, etc. En esos casos, se supone, que habrá toda otra serie de factores muy diferentes a los de la tierra que han dado lugar a la fisonomía de los paisajes en dichos astros.

Riesgo
Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una fusión de la amenaza y la vulnerabilidad.

Superficie De Falla
Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

Vulnerabilidad
Es el grado de perdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultados de la probable ocurrencia de un suceso desastroso.

CONTENIDO GENERAL

1. GENERALIDADES 1

1.1. Descripción del problema 1
1.2. Diagnóstico de amenaza, vulnerabilidad y riesgo actual 3

2. TOPOGRAFÍA 5

2.1. Generalidades 5
2.2. Metodología de campo 5
2.3. Traslado de coordenadas reales 6
2.4. Levantamiento topográfico 6
2.4.1.1. Altimetría y planimetría 6

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 7

3.1. Exploración del subsuelo 7
3.2. Ensayos de laboratorio 8

4. HIDROLOGÍA 9

4.1. Precipitación 9

5. GEOLOGIA 12

5.1. Metodología 12

6. GEOMORFOLOGIA 22

7. ANÁLISIS DE INGENIERÍA 25

7.1. Generalidades. 25
7.1.2.1. Sismo 25
7.2. Características geotécnicas del subsuelo 26
7.3. Análisis de estabilidad actual 29
7.4. Grado de intervención (Obras recomendadas) 30
7.4.1.1. Conformación de obras de drenaje superficial 30
7.4.1.2. Construcción de trinchos y barreras vivas 30

8. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES 32

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33

10. LIMITACIONES 34

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Categorización de la amenaza cualitativa 3
Tabla 2. Matriz de aceptabilidad del riesgo..... 4
Tabla 3. Mojones materializados en campo 5
Tabla 4. Listado de coordenadas de los puntos de amarre 6
Tabla5. Relación de equipos y elementos por comisión..... 6
Tabla 6.Profundidades barrenos y apiques..... 7
Tabla 7. Relación de ensayos de laboratorio..... 8
Tabla 8. Calculo del coeficiente de escorrentía 11
Tabla 9.Calculo del caudal pico por el método racional 12
Tabla 10.Profundidades de las trincheras, apiques y barrenos 21
Tabla 11.Factores espectrales para la Zona 1 (AIS, 1997) 26
Tabla 12. Característica geotécnica Residual A 28
Tabla 13. Características geotécnicas relleno antrópico B 28
Tabla 14. Característica geotécnica Residual A 28
Tabla 15. Parámetros de resistencia de análisis de estabilidad 29
Tabla 16. Factor de seguridad de las secciones de análisis en la condición actual..... 29

LISTADO DE GRAFICAS

Gráfica 1. Espectro de diseño - Zona 1 del Estudio de microzonificación sísmica de Bogotá..... 26
Gráfica 2. Carta de plasticidad 27

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) para la zona de estudio 10

ANEXOS

Anexo I. Topografía.

- **Anexo I-A.** Certificado del IGAC.
- **Anexo I-B.** Certificado de calibración.
- **Anexo I-C.** Datos crudos.

Anexo II. Exploración del subsuelo.

- **Anexo II-A.** Barrenos.
- **Anexo II-B.** Apiques.
- **Anexo II-C.** Trincheras.

Anexo III. Ensayos de laboratorio.

- **Anexo III-A.** Cortes Directos.
- **Anexo III-B.** Pesos específicos de sólidos.
- **Anexo III-C.** Limites.
- **Anexo III-D.** Peso unitário total.
- **Anexo III-E.** Contenido de humedad.

Anexo IV. Ensayos de laboratorio.

- **Anexo IV-A.** Drenado sin sismo
- **Anexo IV-B.** Drenado con sismo
- **Anexo IV-C.** Saturado sin sismo
- **Anexo IV-D.** Saturado con sismo

Anexo V Presupuesto

Anexo VI Especificaciones de construcción

PLANOS

GE131-PL6-01 Levantamiento topográfico y exploración del subsuelo.
GE131-PL6-02 Gemología y Geomorfología.
GE131-PL6-03 Secciones Geotecnicas.
GE131-PL6-04 Obras Propuestas.
GE131-PL6-05 Cortes y detalles obras propuestas

1. GENERALIDADES

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 el Informe del Sitio No**. 6**, localizado en el barrio **SAN MARTÍN DE PORRES** de la localidad de **CHAPINERO**.

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 obras de mitigación. Para cumplir con este objeto, se realizó un reconocimiento del sitio 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.

1.1. Descripción del problema

El sitio de estudio se encuentra localizado en la Prolongación Calle 45 Bis con Carrera 1 Este, en el barrio **SAN MARTÍN DE PORRES**, de la localidad de Chapinero, en una zona de laderas de pendiente alta. A continuación se presenta la descripción del problema de acuerdo con los diagnósticos técnicos emitidos por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (DPAE) y la visita de reconocimiento realizada por el personal profesional del Consorcio PI – LAMBDA.

1.1.1. Concepto técnico No. CT**-3369**

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 con la dirección 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 para intervenir la zona verde, realizar en un estudio 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.

1.1.2. Situación actual

Con base en la visita de reconocimiento efectuada en el mes de julio del año en curso, El fenómeno de inestabilidad de los taludes en la zona del **Barrio San Martín de Porres** en la localidad de Chapinero se ha puesto de manifiesto por la destrucción de algunas construcciones localizadas en la parte superior del talud además por la rugosidad de la superficie que aparenta ser el resultado morfológico de deslizamientos retrogresivo ver ***FOTO 2***, hay que denotar que la cimentación de la vivienda es superficial, como se indica en las *FOTO 1*.



FOTO 1 Problemas en cimentaciones en edificaciones en la parte superior de la zona verde Nº6 del Barrio San Martín de Porres



FOTO 2 Rugosidad de la superficie que se presenta en la parte superior de la zona verde Nº6 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.

1.2. Diagnóstico de amenaza, vulnerabilidad y riesgo actual

1.2.1. Evaluación cualitativa de la amenaza por FRM

Para la evaluación cualitativa de la amenaza se utilizó la valoración de expertos, utilizando la escala de valores presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorización de la amenaza cualitativa

CATEGORÍA DE LA AMENAZA	NIVEL
Muy alta	Significativa posibilidad de ocurrencia. Sucede algunas veces (período de retorno de aproximadamente 5 años)
Alta	Limitada posibilidad de ocurrencia. Puede suceder en forma esporádica (período de retorno de unos 10 años)
Media	Baja posibilidad de ocurrencia. Sucede muy raramente (período de retorno del orden de 25 años)
Baja	Muy baja posibilidad de ocurrencia. Sucedería en forma excepcional (período de retorno de 100 años)
Muy baja	Muy difícil que ocurra (ocurre cada 1000 años)

Teniendo en cuenta la descripción del problema, de acuerdo con los diagnósticos técnicos de la DPAE y la visita de reconocimiento, se estimó que la categoría de amenaza en el sitio es MEDIA, situación que se respalda por la ocurrencia de fenómenos de reptación superficial que está afectando la zona.

1.2.2. Evaluación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se valoró según la magnitud de las consecuencias, utilizando las siguientes variables lingüísticas:

- **Insignificante:** Pérdidas o daños despreciables.
- **Marginal:** Pérdidas o daños moderados.
- **Crítica:** Pérdidas o daños considerables.
- **Catastrófica:** Pérdidas o daños de gran magnitud.

En el caso de la zona verde en San Martín de Porres, los daños o pérdidas ocasionados por el movimiento están representados en daños estructurales en las viviendas localizadas en la parte superior del talud, considerándose las posibles consecuencias como CRÍTICAS.

1.2.3. Determinación del riesgo por fenómenos por remoción en masa (F.R.M)

Teniendo en cuenta la categorización de amenaza y vulnerabilidad previamente descrita, se presenta en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de aceptabilidad del riesgo

Amenaza relativa	Muy Alta	Tolerable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
	Alta	Tolerable	Tolerable	Inaceptable	Inaceptable
	Media	Aceptable	Tolerable	Tolerable	Inaceptable
	Baja	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Tolerable
	Muy Baja	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Tolerable
		Insignificante	Marginal	Critica	Catastrófica
		Vulnerabilidad relativa			

Como se puede ver en dicha figura, se identificaron tres (3) zonas o niveles de riesgo, los cuales se describen a continuación:

- Nivel de riesgo aceptable (nivel de riesgo menor del 15%)

  Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que la convolusión amenaza - vulnerabilidad no representa un peligro significativo, por lo que no amerita la inversión inmediata en acciones específicas para la gestión sobre el riesgo.

- Nivel de riesgo tolerable (nivel de riesgo entre el 15% y el 30%)

  Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que aunque deben desarrollarse actividades para la gestión sobre el riesgo, esta tiene una prioridad de segundo nivel. Se deben ahondar los esfuerzos para disminuir la incertidumbre en la evaluación.

- Nivel de riesgo inaceptable (mayor al 30%)

  Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que se requiere siempre desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión debida al alto impacto que tendría sobre la comunidad.

Ya que la amenaza se calificó como MEDIA y la vulnerabilidad (consecuencias) como CRITICA, de acuerdo con la matriz presentada se califica el riesgo como TOLERABLE, recomendándose llevar a cabo obras de mitigación para disminuir el riesgo a un riesgo aceptable o tolerable, con una prioridad de segundo nivel

2. TOPOGRAFÍA

2.1. Generalidades

Se presenta en este informe una descripción del trabajo de campo y oficina desarrollado para la elaboración del plano topográfico del barrio SAN MARTÍN DE PORRAS ubicado en la localidad de Chapinero.

2.1.1. Alcance específico de el trabajo topográfico

Llevar a cabo el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, con coordenadas reales y el amojonamiento de dos (2) vértices, siguiendo los parámetros básicos que se mencionan a continuación:

- Amarre de coordenadas reales utilizando el punto CD-459 con señal azimut a Monserrate.
- 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 m

2.2. Metodología de campo

A continuación se presenta un recuento cronológico del trabajo de campo realizado para llevar a cabo el levantamiento topográfico:

El día Jueves 06 de Julio se realizo el traslado de coordenadas y amojonamiento de los dos (2) vértices a referenciar de acuerdo como aparece en la Tabla 3 y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

Tabla 3. Mojones materializados en campo

MOJÓN	BARRIO	LOCALIDAD
PLACA-1	SAN MARTÍN DE PORRAS	CHAPINERO
EEAA		

El día 06 de Julio se movilizo la comisión de Topografía al área de estudio para adelantar labores de levantamiento topográfico y altimétrico tomando en detalle redes de agua, luz y teléfono, así como vías, viviendas y otras características visibles y de importancia para este trabajo.

2.3. Traslado de coordenadas reales

Para realizar el traslado de coordenadas del levantamiento topográfico se empleó la información del punto certificado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (**IGAC**), CD-459, con azimut al punto Monserrate, con el fin de amarrar dos vértices amojonados a coordenadas reales. A continuación se presenta en la Tabla 4 las coordenadas de cada punto de amarre. Y en los **Anexo I-B** se presenta la Certificación entregada por el IGAC, del punto CD-459.

Tabla 4. Listado de coordenadas de los puntos de amarre

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
PLACA-1	**103990.118**	**102025.685**	**2689.270**
EEAA	**103957.284**	**102032.306**	**2690.880**

2.4. Levantamiento topográfico

2.4.1. Trabajo de campo

2.4.1.1. Altimetría y planimetría

El equipo y los recursos utilizados por la comisión para realizar el levantamiento topográfico son los que se relacionan en la Tabla5.

Tabla5. Relación de equipos y elementos por comisión

DESCRIPCIÓN	Cantidad
Estación TOPCON GTS-235W	1
Topógrafo	1
Cadenero primero	1
Cadenero segundo	2
Vigilante	2
Estación total electrónica	1
Radios de onda corta	4
Vehículo	1

Se realizó el levantamiento de todos los detalles por radiación para la elaboración del plano respectivo utilizando una estación total TOPCON GTS-235W, estos detalles fueron: vías, paramentos, postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, cercas, y puntos de topografía para generar curvas de nivel cada 0.5 m, el total de puntos levantados fue de **1497**. Los detalles del levantamiento fueron almacenados en cartera electrónica, lo cual garantiza su veracidad. Las cotas fueron calculadas por nivelación trigonométrica a partir de los datos de la estación, mediante el software *SURFACE MODELING*.

2.4.2. Trabajo de oficina

Los datos del levantamiento topográfico realizado, se bajaron directamente desde el colector de datos de la estación total al computador, evitando así errores de trascripción y agilizando este proceso; en el **Anexo I-C** se presentan los datos crudos de la estación.

Los puntos topográficos fueron interpolados utilizando el software *SURFACE MODELING*, hallando las curvas de nivel, y con las carteras de campo se realizó la planimetría del sitio, obteniendo como resultado el **GE131-PL6-01**. Levantamiento topográfico.

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Con el fin de conocer la estratigrafía del sector y determinar las características geomecánicas de los diferentes materiales que conforman el subsuelo en la zona de estudio, se llevó a cabo un programa de investigación del subsuelo, detallado a continuación.

3.1. Exploración del subsuelo

Para determinar las características del suelo del área de estudio, se efectuaron dos (2) Barrenos, seis apiques (6) y dos (2) trincheras, con las siguientes profundidades descritas en la Tabla 6.

Tabla 6.Profundidades barrenos y apiques

DESCRIPCION	PROFUNDIDAD (m.)
Barreno Nº 1	1,60
Barreno Nº 2	2,45
Apique Nº 1	3,60
Apique Nº 2	2,40
Apique Nº 3	1,80
Apique Nº 4	2,40
Apique Nº 5	2,40
Apique Nº 6	1,50

De cada uno de los barrenos, apiques y trincheras realizadas, se llevó a cabo un registro continuo de los materiales encontrados y se midió la posición del nivel freático. Los registros se presentan en el **Anexo II**. La ubicación de las perforaciones se presenta en el **GE131-PL6-01**.

3.2. Ensayos de laboratorio

Todas las muestras obtenidas de los trabajos de exploración del subsuelo fueron identificadas visualmente, y sobre un número representativo de los tipos de suelos encontrados se realizaron los ensayos de laboratorio para determinar su clasificación, propiedades in-situ, resistencia al corte y deformación. A continuación se presenta el tipo de ensayo realizado, su respectiva norma y la cantidad realizada en la Tabla 7; (en el **Anexo III** se presentan los resultados de cada uno de los ensayos).

Tabla 7. Relación de ensayos de laboratorio

ENSAYO	NORMA	CANTIDAD
Contenido de humedad	INV-E122	15
Límite líquido y plástico	INV-E125 y 126	15
Granulometría por lavado y tamizado	INV-E123	4
Peso especifico de solidos	INV-E121	8
Peso unitario total	INV-E121	4
Consolidación unidimensional de los Suelos	INV-E1512	1
Corte directo en suelo	INV-E154	2

4. HIDROLOGÍA

El estudio hidrológico e hidráulico tiene como objetivo describir el régimen temporal y espacial de la precipitación media anual y determinar los aguaceros de corta duración para calcular los caudales y niveles máximos esperados, con el fin de diseñar las obras de drenaje para la estabilización y control de erosión del talud en el barrio **San Martin de Porres.**

Durante los últimos años en el sector se ha presentado una creciente intervención urbana, debido al desarrollo de barrios en sus laderas, sin ningún control de las aguas lluvias y negras. Esto hace que la energía erosiva de la lluvia y la escorrentía superficial aumenten, generando procesos de erosión superficial y fenómenos de remoción en masa, ocasionados de manera directa por alteración de la red de drenaje natural existente y la falta de construcción de un sistema de drenaje adecuado y acorde al comportamiento hidrológico del sector.

Para el análisis hidrológico se estudiará solamente el elemento climatológico precipitación, ya que es el principal agente de la erosión hídrica y uno de los factores desencadenantes de los fenómenos de remoción en masa.

Sobre la cartografía escala 1:5000 se delimitó las cuencas vertientes de las corrientes principales. La información cartográfica se complementó con visitas de campo y con el análisis de los levantamientos topográficos del sitio.

4.1. Precipitación

Generalmente, los fenómenos de remoción en masa están asociados a los períodos lluviosos, ya que la precipitación es uno de los agentes detonantes principales de los deslizamientos. Por esto es necesario conocer el régimen pluviométrico temporal y espacial de la precipitación, para identificar los meses más lluviosos y los sectores donde se concentran los valores más altos de la precipitación en la zona de estudio. A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos para dichos análisis.

4.1.1. Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF)

Las curvas IDF corresponden a las curvas deducidas para cada sector del Estudio de Tormentas de la Sabana de Bogotá (IRH Ltda.).

En la Figura 1 se presentan las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para la zona de estudio que se usaron para determinar las lluvias de diseño y calcular los caudales respectivos por medio del Método Racional como más adelante se explica.

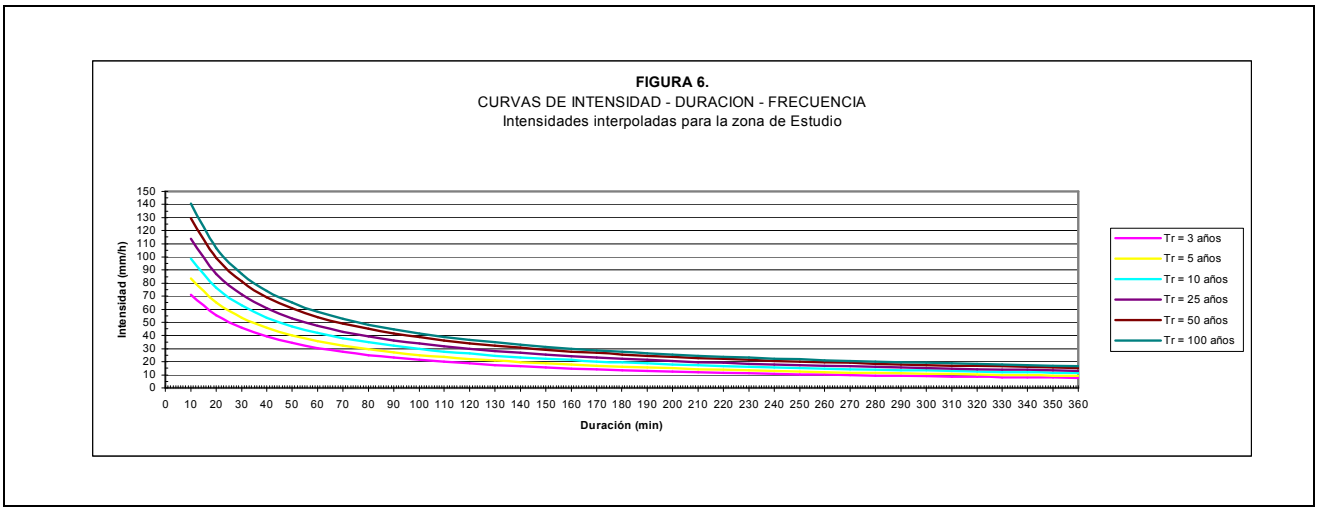


Figura 1. Curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) para la zona de estudio[1]

4.1.2. Cálculo de caudales

El cálculo del caudal máximo instantáneo producido por aguas lluvias se efectúa generalmente con base en relaciones empíricas y de experiencia. Uno de los procedimientos más comúnmente utilizado para dicho diseño es el denominado método racional.

El método racional se utiliza ampliamente para áreas de drenaje de hoyas hidrográficas hasta aproximadamente 100 ha ó 1 Km^2. El referido método está expresado por la siguiente ecuación:

$Q = C\ i\ A/3.6$

En la cual:

Q: caudal máximo de descarga de escorrentía superficial, m^3/s
C: coeficiente de escorrentía, valor adimensional
i: intensidad de lluvia, mm/hr
A: área de drenaje, km^2

El coeficiente de escorrentía se define como la relación entre el volumen de agua escurrido superficialmente y el volumen de agua precipitado. Este coeficiente depende claramente de las características de drenaje del sector (véase Tabla 8).

[1] Estudio para el Análisis y Caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá. IRH - E.A.A.B. - E.S.P.

Tabla 8. Calculo del coeficiente de escorrentía

	Precipitación	Escorrentía	Coeficiente Escorrentía
Zona de estudio	52.40	28.40	0.54

El área de drenaje o tributaria corresponde al área en proyección horizontal aferente al colector específico.

El valor de la intensidad de lluvia depende del tiempo de concentración de ésta, de la frecuencia del aguacero de diseño con el cual se diseñen las obras que transportarán la escorrentía superficial, y de la precipitación misma caída durante el mencionado aguacero.

Cuando se utiliza la fórmula racional, se debe suponer que el caudal máximo ocasionado por una determinada intensidad del aguacero de diseño sobre un área de drenaje específica, es producido por el referido aguacero, el cual se prolonga durante un período de tiempo igual al tiempo de concentración del flujo en el punto bajo consideración. Se ha definido un tiempo mínimo de concentración igual a 10 min.

El tiempo de concentración, Tc, es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto bajo consideración desde la parte más apartada del área de drenaje considerada.

La fórmula de Kirpich establece la siguiente relación:

$Tc = 3.9780 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$

En donde:

L: Longitud del cauce principal, en Km.
S: pendiente media ponderada del cauce principal, en m/m
Tc: tiempo de concentración de la hoya hidrográfica, en minutos

En la Tabla 9 se presentan la longitud principal, la pendiente media, el coeficiente de escorrentía calculado, el área de drenaje, el tiempo de concentración calculado por medio de la fórmula de Kirpich, el coeficiente de escorrentía calculado, la intensidad puntual referida al tiempo de concentración y el caudal máximo instantáneo calculado de acuerdo con la fórmula racional. Tanto la intensidad puntual como el caudal máximo instantáneo se han calculado para periodos de retorno de 10 años.

Tabla 9.Calculo del caudal pico por el método racional

AREA DE DRENAJE (Km²)	TIEMPO DE CON-CENTRACION DE KIRPICH (min)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	INTENSIDAD mm/h	CAUDAL PICO lps
0.01	6.405	0.54	98.50	148

Se debe tener en cuenta, de manera muy importante, que los caudales máximos instantáneos calculados son descargas teóricas que se pueden producir en la zona respectiva.

5. GEOLOGIA

5.1. Metodología

La caracterización geodinámica del macizo rocoso se efectúo directamente en el campo por medio de exploración de superficie y del subsuelo por medio de barreros, apiques y/o trincheras, complementadas con interpretación a través de fotografías áreas a escala 1:5000.

5.2. Generalidades

La vertiente occidental del sistema montañoso del oriente de Bogotá, corresponde a la contrapendiente estructural del material estratificado que con forma el macizo rocoso. Este material estatificado corresponde a las unidades litológicas denominadas Grupo Guadalupe, aflorante en la parte superior de la vertiente formación Guaduas aflorante en la parte media y media baja de la vertiente. Esta secuencia sedimentaria corresponde al flanco occidental del anticlinal Tumbado de Bogotá, por consiguiente está en posición invertida buzando (inclinada) en sentido contrario a la pendiente topográfica.

El área de estudio corresponde a la formación Guaduas integrada dominadamente por lulitas de tipo arcillolitas abigarradas: localmente limolitas rojas y algunos niveles delgados de areniscas friables (blandas). El resalto morfológico ya descrito corresponde a una interestratificación de limolitas rojas endurecidas dispuestas en delgadas capas de color rojo y areniscas arcillosas, cuarzosas, de color amarillo. Infra y suprayacente a esta litología afloran arcillolitas abigarradas ver FOTO 3, FOTO 4, FOTO 5 y FOTO 6.



FOTO 3. Aspecto morfológico en la zona Nor.-Oeste del área de estudio. Afloramiento de arcillositas abigarradas y limolitas rojas inclinadas en sentido contrario a la pendiente topográfica



FOTO 4. Aspecto Morfo-litólogico en la zona centro inferior de la zona de estudio. Estratificación de arcillositas abigarradas, areniscas y limonitas rojas, inclinadas en sentido contrario a la pendiente topográfica.





FOTO 5. Afloramiento de areniscas, limonitas y arcillositas en posición subhorizontalizada.



FOTO 6. Afloramiento de arcillositas y coberturas de suelos residuales en la zona sur –oeste de la zona de estrudio.

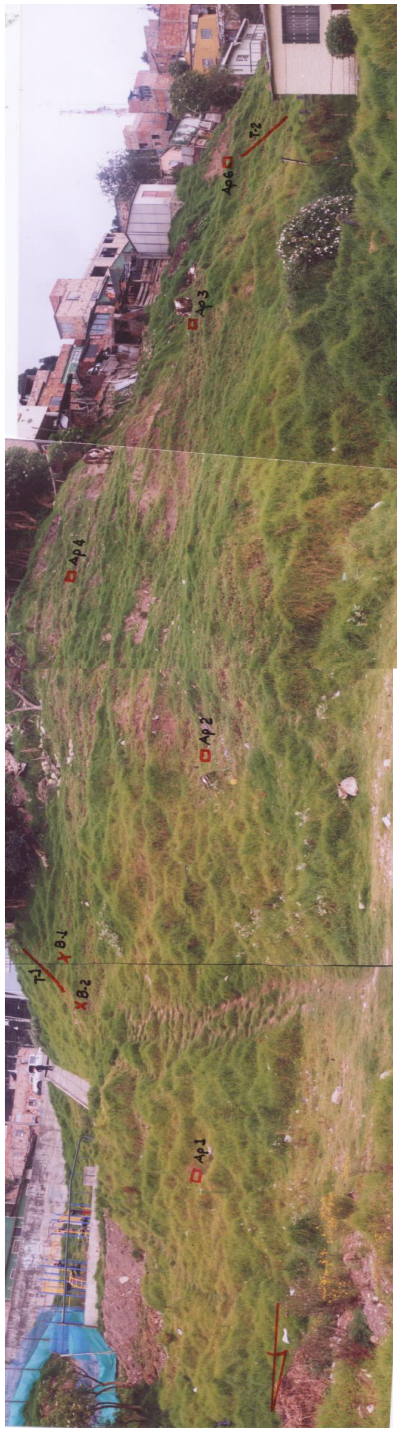


FOTO 7. San Martín de Porres. Aspectos morfológico general y localización aproximada de los sitios de investigación del subsuelo. Ap=Apique, B=Barreno y T=Trinchera.

En la zona central de la fotografía se aprecia la edificación destruida. Talud intensamente erosionado. Perfil morfológico escalonado.

En la superficie escalonada afloran suelos residuales de lutitas abigarradas con suelos orgánicos de 0,1 a 0,3 metros de espesor, los suelos tiene espesores de 0,5 a 1,8 metros y yacen sobre el material lutítico estratificado ver FOTO 8, FOTO 9, FOTO 10, FOTO 11, FOTO 12, FOTO 13, FOTO 14 y FOTO 15.



FOTO 8. Trinchera 1. Aspecto del material aflorante. Material lutitico "In-Situ" intensamente desintegrado y alterado.



FOTO 9. Apique 1. Aspecto de la superficie de morfología irregular. En la parte superior izquierda de la foto se aprecia la morfología escalonada. En la foto derecha se aprecia el perfil litológico del material en el apique, en la parte superior depósitos antrópicos.



FOTO 10. Apique 2 Talud fuertemente inclinado y de superficie escalonada. En el extremo superior de la trinchera aflora material de depósito antrópico.





FOTO 11. Apique 3. Superficie suavemente inclinada a horizontalizada afloramientos de material residual y de roca lutitica desintegrada.



FOTO 12. Apique 3. Perfil litológico. Constraste de material intensamente alterado, y material menos a no alterado arriba y abajo respectivamente.



FOTO 13. Ubicación de los apiques 5 y 6 en los extremos topográficos inferior y superior respectivamente; en medio de los dos la trinchera No. 2.



FOTO 14. Trinchera 2. Aspecto del talud fuertemente inclinado y escalonado. Afloramiento de material estratificado cubierto con delgados suelos residuales y/o transportados**.**



FOTO 15. Trinchera 2 Perfil litológico. Material estratificado y alterado.

En las superficies suavemente depresivas y especialmente en la parte baja de ellas afloran depósitos de carácter antrópico (basuras), estos depósitos alcanzan espesores superiores a 2,6 metros (apique No 5. Foto 16y FOTO 13).

La información litológica del sub suelo, registrada en apiques, barrenos, y/o trincheras localizados con criterio geológico-morfológico como aparecen en el mapa adjunto. Es la siguiente:

Tabla 10.Profundidades de las trincheras, apiques y barrenos

	Profundidad	Litología
Trinchera Nº 1	0-1,8 m.	Suelos residuales de arcillolitas.
	>1,8 m	Arcillolitas estratificadas.
Trinchera Nº 2	0-0,5 m.	Suelos residuales con delgada capa vegetal.
	>0,5 m	Estratificacion de areniscas y arcillolitas debidamente meteorizada.
Barreno Nº 1	0-1,6 m	Suelos residuales.
	>1,6 m	Rechazo, posiblemente roca.
Barreno Nº 2	0-2,45 m	Suelos residuales.
	>2,45 m	Rechazo, posiblemente roca.
Apique Nº 1	0-2,65 m	Deposito antrópico (basuras)
	2,65-4,0 m	Transición de suelos residuales a roca lutítica
Apique Nº 2	0-0,70 m	Deposito antrópico (basuras)
	>0,70 m	Transición de suelos residuales a roca lutítica
Apique Nº 3	0-0,4 m	Material residual.
	>0,4 m	Transición de suelos residuales a roca lutítica
Apique Nº 4	0-1,8 m	Suelos residuales.
	>1,8 m	Roca lutítica.
Apique Nº 5	0- a mas de 2,6 m	Deposito antrópico (basuras)
Apique Nº 6	0-1,5 m	Suelos sedimentarios y órganicos
	>1,5 m	Suelos residuales pasando a roca lutítica

Los suelos residuales son el resultado de intensos procesos de meteorización de arcillolitas abigarradas y por consiguiente son homogéneamente arcillosos, masivos y húmedos.

En ninguna excavación (trinchera. apique o barreno) afloró agua.

6. GEOMORFOLOGIA

El área de estudio hace parte de la vertiente occidental del sistema montañoso del oriente de Bogotá. La morfología regional, en sentido transversal a la vertiente, esta integrada por una superficie inferior ligeramente acolinada sobre un plano inclinado y una superficie superior plana verticalizada.

El drenaje en la morfología superior esta con Formado por cauces rectilineos y entre si paralelos, bien inclinados. La escorrentía en esta zona es de gran energía. En la morfología inferior el drenaje adquiere un estilo arborescente (dendrítico), cauces prolongados y suavemente curvilíneos, bien incisados.

La zona de estudios corresponde a la morfología inferior; relieve acolinado, bajo, de superficies convexas y pendientes moderadas a bajas.

La zona de estudio consiste en una superficie densamente escalonada sobre un plano inclinado limitada al norte por un drenaje poco profundo de sección transversal amplia, al sur por viviendas alineadas en sentido este—oeste, al oriente por la parte posterior de viviendas alineadas en sentido norte-sur y al occidente por un resalto morfologico orientado en sentido norte-sur ver FOTO 17, FOTO 18, FOTO 19, FOTO 20 y FOTO 21.



FOTO 18. Aspecto Morfológico de la zona de edificaciones destruidas. Talud de superficie rugosa fuertemente inclinada.



FOTO 19. Superficie Morfológicamente irregular sobre un plano fuertemente inclinado. Perfil morfológico inclinado.

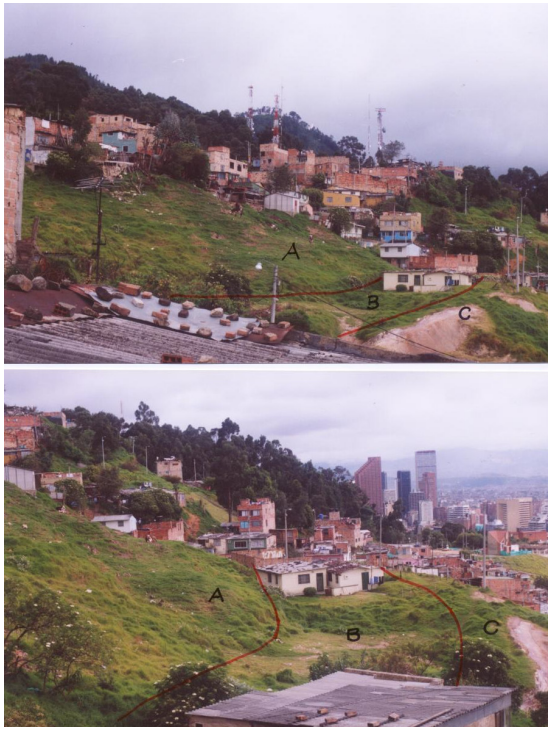


FOTO 20. Aspecto del perfil Lito-morfológico.

A: Superficie rugosa de morfología escalonada sobre un plano fuerte inclinado; arcillositas cubiertas con suelos residuales y depósitos antrópicos.
B: Superficies planas horizontalizadas conformadas parcialmente por depósitos antrópicos.
C: Conjunto de estratos de areniscas, limonitas y arcillositas.



FOTO 21. Aspecto morfologico del extremo sur de la zona en estudio. Talud intensamente erosionado, con superficies escalonadas y suavemente acolinadas en sentido Norte-Sur.

La superficie, además de ser escalonada, presenta formas suavemente convexas y concavas conformando microcuencas que drenan hacia el occidente.

La parte inferior de la zona está conformada por una superficie plana horizontalizada y alargada en sentido norte-sur, la cual limita hacia el occidente con un resalto morfologíco, morfométricamente homogéneo. Es te resalto dirige la escorrentía superficial tanto hacia el norte como hacia el sur ver FOTO 20, FOTO 3, FOTO 5 y FOTO 6.

La génesis de la morfología tanto de la vertiente en general como de la zona de estudio es de erosión diferencial sobre diferentes materiales distribuidos paralelamente entre sí y orientados en sentido norte-sur.

Local mente, el resalto, conformado por material sedimentanrio estratificado con rumbo norte-sur y de mayor consistencia que los materiales adyacentes supra e infrayacentes a él, es el resultado de erosión diferencial. El lugar de la actual superficie plana y horizontalizada adyacente a resalto corresponde a una antigua depresión morfológica ahora rellenada con depósitos parcialmente de carácter antrópico y posiblemente de caracter coluvial. Hacia los extremos norte y sur de la geoforma plana afloran depósitos antrópicos.

7. ANÁLISIS DE INGENIERÍA

7.1. Generalidades.

Los suelos residuales, en la parte superior de los perfiles están cubiertos con una delgada capa vegetal. Estos son susceptibles a ser saturados por aguas de escorrentía superficial debilitándolos y generándose así escurrimientos muy superficiales del material, formando el escalonamiento del talud. Este escalonamiento refleja la morfología de la contra pendiente estructural.

El material de los depósitos antrópicos progresivamente se reacomoda en las partes bajas de los taludes donde adquieren mayor espesor (apiques 1-5), y en condiciones de saturación pueden adquirir movimiento FOTO 13.

Basados en la información obtenida en la exploración del subsuelo y en los trabajos precedentes se realizó la caracterización de los materiales encontrados en el área de estudio, los cuales se describen los siguientes numerales y que son:

1. Suelo residual (A)
2. Rellenos antrópicos (B)
3. Roca (F)

7.1.1. Secciones de análisis

En el presente estudio se seleccionaron tres (3) secciones de análisis (SG-A hasta SG-C), presentadas en el Plano **GE131-PL6-01** La sección A (SG-A) es la más crítica por estar localizada en el sitio donde se presentó el deslizamiento; las otras secciones (SG-B y SG-C) se ubicaron al costado sur del fallo con el objeto de revisar la estabilidad del talud.

7.1.2. Factores detonantes

7.1.2.1. Sismo

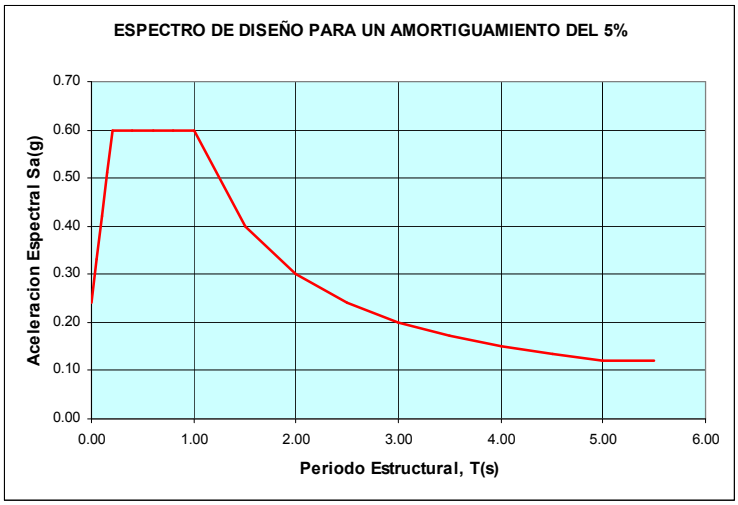
De acuerdo con el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá (AIS, 1997), el sector en estudio hace parte de la Zona 1 (Piedemonte), a la cual le corresponden los factores espectrales presentados en la **Tabla 11**.

Tabla 11.Factores espectrales para la Zona 1 (AIS, 1997)

Característica	Valor
Período inicial, To	0,20
Periodo corto, Tc	1,00
Período largo, Tl	5,00
Aceleración máxima, Am	0,24
Aceleración nominal, Am	0,30
Factor de amplificación de la aceleración, Fa	1,00
Factor de amplificación de la aceleración en el rango de velocidades constantes, Fv	2,00

Para esta zona, el espectro de diseño según el estudio de microzonificación es el presentado en la Gráfica 1**.**

Gráfica 1. Espectro de diseño - Zona 1 del Estudio de microzonificación sísmica de Bogotá.



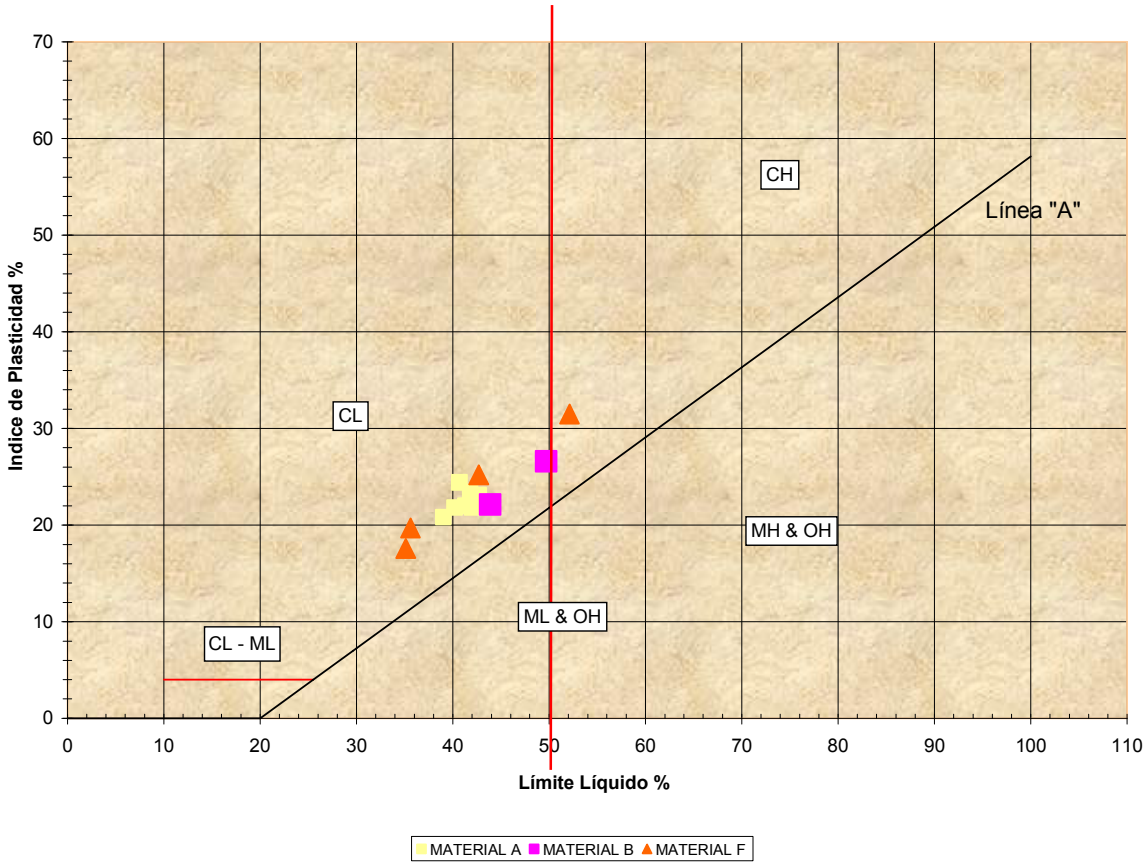
Es importante aclarar que, los valores del coeficiente del coeficiente de aceleración a utilizar en los análisis seudo-estáticos de estabilidad de taludes (k_h), se tomaron como 2/3 de la aceleración máxima a nivel del terreno.

7.2. Características geotécnicas del subsuelo

Con base en los resultados obtenidos en la investigación geotécnica adelantada para la caracterización de los materiales que conforman el subsuelo en la zona en estudio, se elaboró un perfil estratigráfico a lo largo de las secciones transversales, graficando en profundidad las características encontradas con las cual se obtuvo la determinación de

cada uno de los estratos presentes; a continuación se hace un resumen de las características físicas y mecánicas de los suelos y en el **Anexo II** se presentan las tablas resumen de los ensayos realizados así como los perfiles estratigráficos, sin embargo cabe notar que la mayoría de los suelos presentan un clasificación USC CL y CH, tal y como se puede observar en la siguiente Gráfica 2:

Gráfica 2. Carta de plasticidad



7.2.1. Suelo residual (A)

Ocupa un alto porcentaje del área estudiada y se desarrolla por la meteorización de la roca sobre la que subyace el suelo. En la mayor parte de los sondeos se observan las características de este suelo que están compuestos por arcillas de color rojizo, con algunas vetas grises, de plasticidad media a alta y baja compresibilidad; la consistencia del depósito es Blanda.

A continuación se resumen las principales características geotécnicas.

Tabla 12. Característica geotécnica Residual A

CARACTERISTICA	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
Humedad natural W%	10,30	22,4	16,29
Limite liquido	39,00	43,9	41,45
Limite plástico	16,20	21,9	19,01
Índice de plasticidad	20,8	24,4	22,43
Gravedad de los solidos	2,697	2,84	2,77
Peso unitario γ t/m^3	2,07	2,11	2,09

7.2.2. Relleno antrópico (B)

Estos materiales corresponden a rellenos antrópicos compuestos por desechos de construcción en una matriz de arcillas de color rojizo, gris y carmelito con oxidaciones; la matriz de este depósito es de baja compresibilidad y plasticidad media, que clasifican según el sistema USC como CL (ver Gráfica 2)

A continuación se indican las características geotécnicas del estrato:

Tabla 13. Características geotécnicas relleno antrópico B

CARACTERISTICA	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
Humedad natural W%	19,30	22,7	21
Limite liquido	43,90	49,7	46,8
Limite plástico	21,90	23,1	22,5
Índice de plasticidad	22,1	26,6	24,35
Peso unitario γ kN/m^3		2,02	2,02
Angulo de fricción ϕ °		17.4	17.4
Cohesión C t/m^2		3.42	3.42

7.2.3. Roca Lutitica (F)

La roca Lutitica meteorizada color rojizo con vetas grises, consistencia dura, presenta algunas oxidaciones.

El estrato se encontró en los apiques 1, 2, 3 y 4 en profundidades de 1.9 metros, 1.4, 1.8 y 3.6 metros respectivamente.

Tabla 14. Característica geotécnica Residual A

CARACTERISTICA	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
Humedad natural W%	11,00	22,2	16,04
Limite liquido	35,10	52,1	41,38
Limite plástico	15,90	20,6	17,90
Índice de plasticidad	17,6	31,5	23,50
Gravedad de los solidos	2,651	2,735	2,69
Peso unitario γ t/m^3	2,15	2,48	2,34
Resistencia max.. qu (kg/cm^2)		12,47	12,47
Angulo de fricción ϕ °	17,4	23,3	20,35
Cohesión C t/m^2	3,4161	8,5148	5,97

7.3. Análisis de estabilidad actual

Para la determinación de los factores de seguridad de las diferentes secciones geotécnicas establecidas (ver **Plano GE131-PL6-03**) se utilizó el método de Morgenstern-Price, implementado en el software Slide 5.0[2] de la casa RocScience Inc., en el cual, por medio del método de equilibrio límite, se obtiene el factor de seguridad del talud. Los parámetros de resistencia adoptados para los análisis se presentan en la Tabla 15.

Tabla 15. Parámetros de resistencia de análisis de estabilidad

MATERIAL	PESO UNITARIO TOTAL (kN/m³)	COHESIÓN (kN/m²)	ANGULO DE FRICCION (°)	OBSERVACIONES
Suelo Residual (A Qco)	16	13	22	OBTENIDO DE CORRELACION
Rellenos Antrópicos (B Qra)	18	20	18	OBTENIDO DEL RETROCALCULO*
Rellenos Antrópicos de construcción (C Qra)	20	30	15	OBTENIDO DE CORRELACION
Roca Titica (F)	Infinete Strength	Infinete Strength	Infinete Strength	ESTRATO LIMITADO POR LA ROCA

*ver numeral

Una vez determinados los parámetros de resistencia de los diferentes materiales se analizó la condición actual de los taludes en cuatro (4) secciones de análisis bajo las siguientes condiciones:

- Saturado con sismo
- Saturado sin sismo
- Drenado con sismo.
- Drenado sin sismo (Condición normal).

Los resultados del análisis se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 16. Factor de seguridad de las secciones de análisis en la condición actual.

SECCION GEOTECNICA - ESENARIO	FS SATURADO ESTATICO	FS DRENADO ESTATICO	FS DRENADO SISMO	FS SATURADO SISMO
SG-A ANALISIS ACTUAL	1.51	2.13	1.86	1.30
SG-B ANALISIS ACTUAL	1.65	2.33	2.04	1.43
SG-C ANALISIS ACTUAL	3.38	3.98	3.54	3.02

Los factores de seguridad en la sección SG-A están entre 2.13 en la condición más favorable (estático drenado) a 1.30 en la condición más desfavorable (saturado con sismo).

[2] Software de análisis bidimensional de estabilidad por equilibrio límite.

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.

7.4. Grado de intervención (Obras recomendadas)

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

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

En el plano **GE131-PL6-04** se localizan en planta las obras descritas anteriormente y en el plano **GE131-PL6-05** se presentan los detalles constructivos.

7.4.1. Obras para controlar movimientos en masa superficiales

Para el control de movimientos en masa superficiales se plantean las siguientes soluciones, en función del grado de complejidad del problema:

7.4.1.1. Conformación de obras de drenaje superficial

Dado que la fuente principal de los problemas de estabilidad potenciales y activos se debe a un manejo inadecuado de las aguas superficiales, se plantea como solución básica de mitigación obras de drenaje superficial para el manejo de las aguas de escorrentía y de aguas residuales vertidas desde las casas.

A lo largo de la zona de estudio, se contempla la construcción de una cuneta de suelo-cemento que tiene como función interceptar el agua que proviene de la parte alta del talud y el agua residual proveniente de las casas y evitar que estas alcancen la zona inferior de alta pendiente.

7.4.1.2. Construcción de trinchos y barreras vivas

Construcción de trinchos de madera del orden de 0,5 m de altura y embebidos por lo menos 1.0m dentro del suelo, de tal menara que permita la retención de fallas locales y prevenir que estas invadan la zona inferior de las casas.

Para garantizar un buen comportamiento de este sistema en el largo plazo se recomienda la siembra de especies arbustivas, en la zona posterior de los trinchos, en este caso se propone arbustos de hayuelo o de pegamosco.

- La siembra de especies arbustivas conformando barreras vivas: consiste en la siembra localizada de plantas de 1.5 m de altura mínima, en filas siguiendo las curvas de nivel. La finalidad de esta obra es retener y desviar desprendidos del talud y disminuir la velocidad del agua de escorrentía. Las actividades de esta obra son:

  - Ahoyado: Construir hoyos de 0.8 m de profundidad y 0.5 m de diámetro, distanciados 2,0 m. Se debe tener cuidado de picar el fondo del hoyo para mejorar drenaje.

  - Abonado: Consiste en llenar el hoyo, al momento de la siembra, una cuarta parte con arcillolitas, dos cuartas partes con la mezcla de tierra abonada (sin semillas) y completar con arcillolita.

  - Siembra: Colocar las plantas traídas de vivero dentro del hoyo, cuidando de sacar completamente la bolsa que las contiene. La distribución espacial es un arbusto cada 2,0 m.
    Las especies recomendadas para esta obra son:

    Arbustivas:

    Hayuelo (Dodonea viscosa).
    Pegamosca (Betaria resinosa).

  - Suministro de riego: Consiste en suministrar agua dos veces por semana en los primeros dos meses (establecimiento) y una vez a la semana en los últimos dos meses (mantenimiento) de duración de la obra de revegetalización

  - Resiembras localizadas: Consiste en sembrar nuevamente, cambiando las plantas y renovando el abonado, se encuentren plantas muertas.

8. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES

En el **ANEXO V** se presentan el cálculo de las cantidades de obra, los precios unitarios y el presupuesto estimado de las obras de estabilización propuestas, que en resumen son:

CANTIDADES Y PRESUPUESTO ESTIMADO DE LAS OBRAS PARA EL BARRIO SANMARTIN DE PORRES						
CAP.	**ID**	**ITEM**	**UND**	**CANT.**	**Valor unitario**	**Valor total del item**
	25	Trinchos en madera (Incluye postes y tablones)	ML	375	$ 37.020	$ 13.882.500
	37	suministro y siembra de Hayuelo o pegamosco	UN	390	$ 26.572	$ 10.363.205
	38	Cuneta en saco suelo cemento	ML	270	$ 17.328	$ 4.678.614
	3	Trinchera drenante	ML	270	$ 53.808	$ 14.528.160
	5	Caja de inspeccion	UN	3	$ 313.053	$ 939.159
	15	Tuberia P.V.C. 6"	ML	61	$ 24.458	$ 1.491.938
	17	Tuberia P.V.C. 12"	ML	15	$ 64.958	$ 974.370
VALOR TOTAL DE LA OBRA						**$ 45.883.576**
TOTAL COSTO DIRECTO						**$ 45.883.576**
ADMINISTRACION 17.05%						**$ 7.823.150**
IMPREVISTOS 2.45%						**$ 1.124.148**
UTILIDAD 9.5%						**$ 4.358.940**
IVA (SOBRE UTILIDAD) 16%						**$ 697.430**
PRESUPUESTO TOTAL ESTIMADO						**$ 59.887.243**

El valor total es de la obra es del orden de $ 59.887.243.
El valor de la interventoria se calculó como aproximadamente del15 % del valor de las obras es decir un valor del orden de $ 8.930.000.

En el **ANEXO VI** se presentan las especificaciones técnicas de construcción.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• 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 oscilantes 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 mas desintegrado y descompuesto expuesto 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 estuvo 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 empradizarlos con pasto.

10. 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.