

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE –
FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 526 DE 2005

**CONSULTORÍA PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS DE RIESGO
POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA LEGALIZACIÓN DE DESARROLLOS EN
LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.**

UNIÓN TEMPORAL CRC

CONCEPTO TÉCNICO No. 4339

1 INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------|--|
| ENTIDAD SOLICITANTE: | D.A.P.D. |
| LOCALIDAD: | CIUDAD BOLÍVAR |
| BARRIO: | EL TESORO II |
| UPZ: | 68 – Tesoro |
| ÁREA (Ha): | 0,6 Ha |
| FECHA DE EMISIÓN: | 16 de enero de 2006 |
| TIPO DE RIESGO: | Por remoción en masa. |
| VIGENCIA: | Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación. |

El presente concepto está dirigido al Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) para el Programa de Legalización de Barrios, como un instrumento para la reglamentación del mismo y como tal busca establecer restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza. Corresponde a una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

El informe contiene el concepto técnico de riesgo por movimientos en masa del barrio El Tesoro II, de conformidad con los términos del contrato suscrito por FOPAE y la Unión Temporal CRC para tal fin, y consta de siete secciones, de las cuales las dos primeras tratan sobre las generalidades, la tercera registra los resultados obtenidos a nivel de información básica, la cuarta cubre los aspectos relacionados con la evaluación de riesgo, la quinta sintetiza los resultados obtenidos, la sexta cubre las recomendaciones pertinentes y al final del informe, en la séptima sección, se reseñan las fuentes de información consultadas.

2 GENERALIDADES

A continuación se presentan las generalidades del trabajo, que sirven de referencia para las demás secciones del Informe.

2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO EL TESORO II

El desarrollo denominado El Tesoro II, se encuentra localizado en la zona sur de la capital de la República de Colombia, en la localidad No. 19, Ciudad Bolívar, y en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No. 68 – Tesoro, entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá:

Norte: 93.830 a 93.980
Este: 92.140 a 92.315

En la **Figura 1** se muestra la localización general del barrio, el cual ocupa un área aproximada de 0,6 Ha y comprende 2 manzanas, conformadas en total por 25 predios, de los cuales cerca del 72% se encuentra construido con viviendas de tipo informal, varias de ellas con muros en bloque de arcilla y algunas columnas de confinamiento; el 28% restante corresponde a lotes sin construir.

Se debe aclarar que la cartografía base que entregó el FOPAE corresponde a la cartografía y nomenclatura de Catastro Distrital (DACD), en la cual los límites de barrio están definidos con base en la demarcación de Planeación Distrital (DAPD).

El acceso al barrio se logra desde la Vía al Mochuelo, por vías secundarias, la mayoría pavimentadas; utilizando el servicio público de transporte urbano y Transmilenio se puede llegar a El Tesoro II.



Figura 1. Localización general del barrio (Fuente: Cartografía DAPD suministrada por FOPAE)

2.2 ESTRUCTURACIÓN DEL INFORME

Está definido en los términos de referencia elaborados por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) de la Secretaría de Gobierno del Distrito Capital, según la invitación pública para contratación directa No. 7302-64-2005, adelantada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE).

A continuación se presentan los principales aspectos que permitieron el desarrollo del concepto y su estructura por capítulos.

2.2.1 Definición del concepto

Las características más representativas que permitieron estructurar el concepto y los procedimientos para su ejecución se referencian a continuación.

2.2.1.1 Objetivo

El objetivo del trabajo es emitir el concepto técnico de riesgo por movimientos en masa para el desarrollo El Tesoro II de la Localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D. C., de acuerdo con los términos de referencia del FOPAE.

2.2.1.2 Alcance

El trabajo incluye la recopilación de información secundaria, obtención de información primaria, análisis de información, análisis geotécnicos, evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, análisis de información y formulación de recomendaciones.

2.2.1.3 Destinatarios

Los destinatarios del concepto son las entidades de planificación a quienes se les suministran las herramientas para toma de decisiones en lo que corresponde al problema estudiado.

2.2.1.4 Documentos básicos y especificaciones de trabajo

El trabajo se adelantó de acuerdo con los siguientes documentos y requerimientos:

- Términos de referencia para la elaboración del trabajo elaborados por FOPAE.
- Contrato No. 526 de 2005, suscrito por FOPAE y la Unión Temporal CRC.
- Propuesta del Consultor de fecha 03 de octubre de 2005.

De estas referencias pueden extractarse las principales especificaciones de trabajo, como son:

- Escala: 1:1000
- Nivel de resolución: Local, detallado, 1:1000
- Tipo de decisiones de mitigación que se esperan tomar: Emisión de concepto de amenaza y riesgo del barrio.

2.2.2 Personal participante y datos del Consultor

La firma consultora encargada del trabajo es la UNIÓN TEMPORAL CRC, conformada por los Ingenieros Héctor Vicente Rodríguez Romero y Carlos Héctor

Cantillo Rueda y la firma Consulcons Ltda. El domicilio de la Unión Temporal CRC es la Calle 64 No. 10 – 45 oficina 413 de la ciudad de Bogotá, teléfonos 2557487 y 3478260, correo electrónico ccantillo@fastmail.fm.

El grupo de trabajo que participó en la consultoría está conformado por los siguientes profesionales, indicando sus respectivas actividades:

- Ingeniero Civil Jorge Alberto Rodríguez: Encargado de la dirección del proyecto.
- Ingeniero Civil Carlos Héctor Cantillo Rueda: Encargado de la coordinación del proyecto, la redacción, edición y producción del informe final, y, la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Igualmente desempeñó el cargo de Gerente y Representante Legal de la firma consultora.
- Ingenieros Civiles Carlos Eduardo Rodríguez Pineda, Nubia Rocío Barragán y Erika Velandia: Participaron como expertos en geotecnia en la evaluación de amenaza.
- Ingeniero Geólogo Gilmar Iván Patiño Barrera y Geólogo Mauricio Alfonso Rubio: Elaboraron los estudios geológicos.
- Ing. Catastral Willian León Quevedo: Encargado del Sistema de Información Geográfica (SIG) y del dibujo en AutoCAD.
- Ing. Ambiental y Sanitaria Nicole Botero Martínez: Participó como experta en el tema ambiental.
- Dr. Rafael Suárez Rondón y Estudiante de Sociología Sonia Cristina Cantillo: Encargados de la investigación social y participación comunitaria, así como en la búsqueda de información secundaria.
- Geóloga Carolina López: Auxiliar de geología.
- Estudiante de Ingeniería Civil Sergio David Garzón: Auxiliar de Ingeniería encargado del inventario de predios.
- Consulcons Ltda.: Firma encargada de la exploración del subsuelo.

2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS BASES METODOLÓGICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

2.3.1 Bases metodológicas generales

La evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo se basa en la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Movimientos en Masa a Escala Local", de Cantillo (1998), ajustada a las condiciones específicas del trabajo, como

marco general. Tal propuesta involucra la ejecución de diversas etapas como se menciona a continuación:

- Definición del estudio: Corresponde a la planeación de los trabajos.
- Análisis de contexto: Comprende los análisis de las condiciones físicas, ambientales y sociales de la zona y la comunidad que la ocupa, que involucra el análisis de referentes físicos (Geología regional, geomorfología regional, clima, hidrología, hidrografía, hidrogeología, sismología), históricos (p. e. los antecedentes de inestabilidad, la historia del poblamiento de la zona, etc.), ambientales (p. e. cobertura vegetal, drenajes naturales y artificiales, etc.) y sociales (p. e. uso del suelo) y su relación con los problemas de inestabilidad en la zona.
- Evaluación de amenaza: Con base en la información de contexto y las metodologías propuestas se definen las áreas con diverso nivel de amenaza.
- Identificación y caracterización de elementos expuestos: Como condición necesaria para los análisis de vulnerabilidad, se efectúa un inventario y caracterización de los elementos físicos que integran el sistema, como las viviendas, infraestructura y mobiliario urbano; de manera indirecta, a través de la investigación social, se conocen las características sociales y demográficas de la zona y la identificación de las principales actividades y relaciones y funciones sociales y económicas que se desarrollan en el sector.
- Análisis de vulnerabilidad: De acuerdo con el objetivo de los conceptos a emitir se consideran solamente los factores relacionados con la exposición y resistencia de los elementos físicos susceptibles de ser afectados por la materialización de la amenaza.
- Evaluación de riesgos: Corresponde al diagnóstico de riesgos por movimientos en masa, con base en la evaluación de amenaza y análisis de vulnerabilidad, y explicado a partir de la integración de conceptos de corte técnico (geotécnico), social, ambiental y de planificación urbanística.
- Formulación de medidas para la reducción integral del riesgo: Corresponde a las recomendaciones tendientes a la reducción del riesgo desde diversas perspectivas (Técnicas, sociales, ambientales y urbanísticas).

2.3.2 Metodología de evaluación de amenaza

Se aplicó la metodología denominada "Sistema Semicuantitativo de Estabilidad", SES Modificado, de Ramírez (1989), incluida en los términos de referencia de FOPAE (2005). Los resultados obtenidos se ajustaron de conformidad con los siguientes criterios, proceso que, al final, arrojó la zonificación de amenaza definitiva: Consideración de la presencia de procesos morfodinámicos activos o

potenciales, evaluación de antecedentes, testimonios de la comunidad y reconocimientos geotécnicos en el sector.

2.4 INFORMACIÓN SECUNDARIA CONSULTADA

Como se mencionó con anterioridad, se adelantó una recopilación de información secundaria en diversas fuentes, principalmente en el Centro de Documentación e Información (CDI) de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá (SIRE), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y consultas en internet, además de la información suministrada por el Contratante.

En el caso particular del presente concepto, se consultaron las referencias registradas en la última parte del informe, y principalmente las que se enuncian a continuación.

2.4.1 Estudios antecedentes

Se utilizó información de los estudios registrados en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Relación de estudios antecedentes

| TÍTULO | AUTOR | FECHA |
|--|---------------------------|-----------------|
| Evaluación Preliminar de Susceptibilidad y Amenaza en las Localidades de Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe, Usme y San Cristóbal de Santa Fe de Bogotá, D. C., Fase I | Ingeominas para DAPD | Octubre de 1995 |
| Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá D. C. | Ingeocim Ltda. para FOPAE | Octubre de 1998 |

2.4.2 Informes DPAE antecedentes

De manera ídem se adelantó consulta de informes emitidos por la DPAE relacionados con el barrio estudiado y que se enumeran a continuación: Respuestas oficiales 16271, 15957, 15948, 15701, 13969, 13961, 13577, 13075, 11788, 11708, 11122, 11019, 11018, 10944, 15848, 10270, 9992, 9484, 9428, 9350, 9331, 9313, 9235, 9208, 9153, 9062, 8810, 8469, 8390, 7900, 7895, 7818, 7815, 7611, 7114, 6646, 6540 y Diagnósticos 2316, 2097, 1859, 1637, 1528, 1496.

2.5 MARCO GENERAL DE REFERENCIA

2.5.1 Referente conceptual

En el **Anexo 1** se presenta un marco conceptual general, en el cual se definen términos como amenaza, vulnerabilidad, riesgo, desastres, gestión de riesgos y procesos de remoción en masa.

2.5.2 Referente físico de la Localidad de Ciudad Bolívar

2.5.2.1 Clima, hidrografía e hidrología

La posición geográfica (5° N del Ecuador) y la posición altitudinal de la Sabana de Bogotá, determinan un régimen de temperatura isotérmico, con una temperatura media de 13-15 ° C.

El régimen climático se caracteriza por una distribución bimodal de la precipitación, con dos períodos de valores máximos relativos y dos de mínimos relativos, influenciado ese tipo de distribución por los desplazamientos de la zona de confluencia intertropical.

La Localidad de Ciudad Bolívar presenta una humedad relativa promedio de 55%, una precipitación media anual de 843 mm y una presión atmosférica media de 752 milibares. (Fuente: Portal www.redbogota.com del programa Red Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia).

2.5.2.2 Aspectos sísmicos

De acuerdo con el mapa de microzonificación sísmica de la ciudad (Ingeominas y Uniandes, 1997), la Localidad de Ciudad Bolívar se encuentra en las zonas 1 y 5. Particularmente el área de estudio se ubica en la Zona 1 "Cerros", a la que le corresponde el valor del parámetro A_m de 0,24 g, siendo g el valor de aceleración de la gravedad.

3 RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL DE INFORMACIÓN BÁSICA

A continuación se presentan los resultados obtenidos a nivel de información básica que sirven de base para la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del barrio estudiado.

3.1 ESTUDIO GEOLÓGICO

El componente geológico es de capital importancia para la emisión del concepto técnico de riesgo por remoción en masa. A continuación, se presentan los resultados del trabajo de investigación adelantado y que sirve de base para la definición del nivel de amenaza en el barrio objeto de evaluación.

3.1.1 Geología regional

Para la emisión del presente concepto de riesgos por remoción en masa, se hace necesario enmarcar al barrio El Tesoro II en la geología regional, con el fin de identificar las diferentes estructuras y formaciones geológicas de incidencia en el sector. La litología y estructuras geológicas del área en la cual se enmarca la zona de estudio son las siguientes:

3.1.1.1 Estratigrafía

Desde el punto de vista geológico, el barrio El Tesoro II se encuentra localizado sobre la formación Guaduas, constituida por arcillolitas con delgadas intercalaciones de areniscas y mantos de carbón en su Conjunto Superior. El Conjunto Medio de la Formación se encuentra constituido básicamente por areniscas, mientras que en el Conjunto Inferior también predominan las arcillolitas con algunos mantos de carbón.

Teniendo en cuenta la información secundaria consultada, el barrio El Tesoro II se localiza en el Conjunto Inferior, razón por la cual el área es susceptible de inestabilidad debido a la característica arcillosa de la Formación. Las rocas se encuentran alteradas a suelos residuales cubiertos por depósitos de pendiente de tipo coluvial y sobre este yacen rellenos antrópicos. Los coluviones fueron descritos por Ingeominas en 1988 como depósitos de ladera resultantes de la facturación y el arrastre que han sufrido los materiales de las unidades litológicas que constituyen los cerros y que generalmente se han generado en zonas fracturadas, de alta pendiente, que facilitan su movimiento por gravedad. Estos depósitos son provenientes de unidades arcillosas y donde existe alternancia de arcillolitas y areniscas.

3.1.1.2 Geología estructural

Las principal estructura geológica que afecta el sector es la Falla de Mochuelo, que es de tipo inverso, con su bloque occidental levantado; tiene un rumbo que varía entre N40°E en su parte sur y N40°W en su parte norte. Hacia el sur pone en contacto al Grupo Guadalupe con el Conjunto Inferior de la Formación Bogotá. Hacia el norte en los sectores de Mesissen y Lucero Alto pone en contacto al Conjunto Inferior de la Formación Guaduas con el Conjunto Superior de la Formación Bogotá. Este contacto se había interpretado por Julvert M., como discordante; sin embargo a lo largo de su traza, se han efectuado excavaciones para la extracción de materiales y en estas excavaciones se observa un fuerte fracturamiento y trituración de la roca.

Perpendicularmente a la estructura descrita anteriormente se encuentran planos de cizalla aproximadamente verticales con poco desplazamiento en la secuencia estratigráfica, lo que contribuye a la alteración de los macizos rocosos.

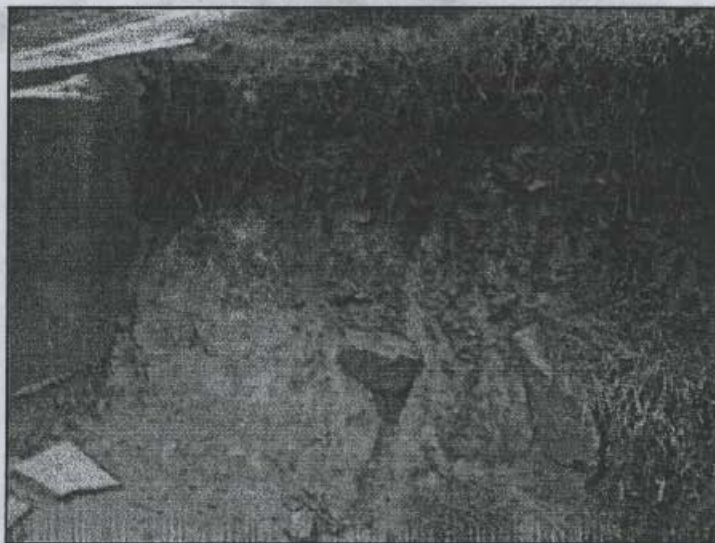
3.1.2 Geología local

Con base en el reconocimiento detallado de campo y en la topografía editada especialmente para el presente concepto, se elaboró el plano de unidades geológicas de superficie, que constituye la base para el concepto de riesgos por remoción en masa del barrio El Tesoro II

3.1.2.1 Depósito Coluvial

En el barrio Tesoro II estos depósitos coluviales se encuentran constituidos por guijos y bloques de arenisca, embebidos en una matriz arenolimososa, algo arcillosa, de color amarillo, son materiales poco compactos y de alta permeabilidad, Los

clastos varían de subangulares a subredondeados y son de color amarillento. En el sector el depósito alcanza espesores hasta de 5m, tal como se pudo apreciar en cortes del terreno (**Fotografía 1**).

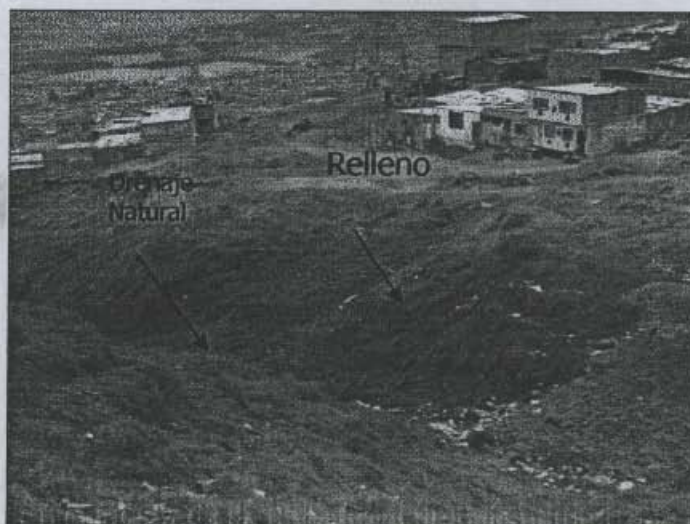


Fotografía 1. Detalle de afloramiento depósito coluvial hacia la parte más baja del barrio Tesoro II.

Los depósitos coluviales por lo general son altamente susceptibles a problemas de inestabilidad; no obstante, en la condición de topografía relativamente suave sobre la cual se localiza el barrio Tesoro II, el potencial de inestabilidad es mínimo.

3.1.2.2 Rellenos Antrópicos (Qra)

Consisten en depósitos de materiales provenientes de cortes y eventualmente basuras, los cuales se dispusieron de manera no técnica con el objeto de efectuar el llenado del cauce de un drenaje natural que pasa por el sector y posteriormente construir viviendas (**Fotografía 2**). Los rellenos antrópicos pueden superar en algunos puntos los 20m de espesor y la inclinación de los taludes son el ángulo de reposo del material. Estos rellenos constituyen un alto potencial de inestabilidad debido a que encuentran localizados en un antiguo cauce natural de alta pendiente y a que se encuentran relativamente sueltos. El agua subsuperficial puede percolar a través de los materiales y generar presiones de poros que conduzcan a la falla de los rellenos y del terreno en general.



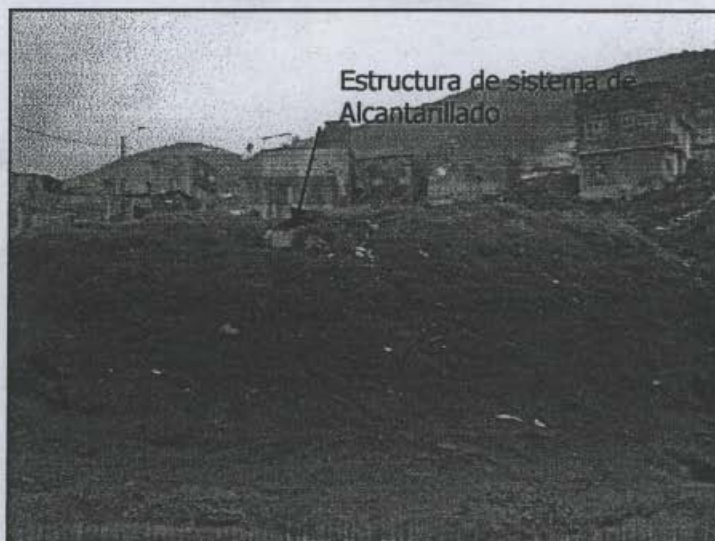
Fotografía 2. En la fotografía se muestra el drenaje natural que limita al barrio Tesoro II.

Hacia la parte norte del barrio, entre la diagonal 77 A Sur y la transversal 18 J (Kr 18 H) se encuentra cimentada una vivienda sobre los rellenos depositados en el cauce del drenaje natural (**Fotografía 3**).



Fotografía 3. Panorámica donde se indica la vivienda cimentada sobre rellenos en el cauce del drenaje natural, barrio Tesoro II.

En el costado oeste del barrio se detectó la ausencia de un sistema adecuado para la entrega de aguas servidas en el drenaje natural (**Fotografía 4**), las aguas discurren ladera abajo, infiltrándose en los materiales de relleno y generando apozamientos superficiales que pueden conllevar a problemas de inestabilidad.



Fotografía 4. Se indica alcantarilla que entrega en zona de rellenos.

3.1.3 Aspectos hidrogeológicos

Las características geológicas del área en general y los rasgos topográficos en cuanto a cambios de pendiente transversal en las laderas, generan condiciones hidrogeológicas desfavorables para la estabilidad del terreno.

Aguas arriba del barrio, el terreno de alta pendiente se encuentra constituido preferencialmente por areniscas del Grupo Guadalupe (Formaciones Arenisca de Labor y Arenisca Tierna), las cuales presentan buenas características de permeabilidad tanto primaria, como secundaria por presencia de fracturas, diaclasamiento y planos de estratificación entre otros. Por estas razones pueden clasificarse como acuíferos, dado que permiten tanto el almacenamiento como el flujo del agua subterránea.

El agua que circula por las rocas del Grupo Guadalupe, es aportada en alguna forma a las arcillolitas de la Formación Guaduas, las cuales se encuentran topográficamente más abajo. Como las arcillolitas se encuentran fisuradas, absorben el agua pero no la transmiten, es decir, se comportan como un acuícierre.

De acuerdo con lo anterior y si se tiene en cuenta que la pendiente del terreno es continua en toda la ladera, en el sector del barrio El Tesoro II existen condiciones favorables para la generación de deslizamientos como el que dió origen al depósito coluvial sobre el cual se encuentra fundado.

Los depósitos coluviales por su alta permeabilidad permiten la circulación del agua lluvia y de escorrentía subsuperficial, dadas las condiciones topográficas del terreno. En la base de los coluviones y en el contacto de estos con el suelo residual de las arcillolitas o con la roca misma, es frecuente la presencia de agua; razón por la cual se desmejoran las propiedades geomecánicas de los materiales, que pueden entrar en proceso de falla ante un evento detonante como lluvias, sismos o

desconfinamiento de los coluviones como consecuencia de cortes en el terreno por actividad antrópica.

Los rellenos que obstruyen drenajes naturales como el del barrio Tesoro II, son altamente susceptibles de inestabilidad debido a la afluencia de aguas de escorrentía subsuperficial por largas trayectorias, considerando también que los rellenos dispuestos son muy blandos.

De acuerdo con lo anterior, el área en general donde se localiza el barrio El Tesoro II, es altamente susceptible de inestabilidad por razones hidrogeológicas. Si las condiciones topográficas lo permiten, se pueden presentar fenómenos de remoción en masa con superficie de falla entre las interfases rellenos - depósitos coluviales, depósitos coluviales - suelo residual, depósito coluvial - arcillolitas, o suelo residual - roca.

3.1.4 Geomorfología

El barrio Tesoro II se localiza en una zona de relieve montañoso de control estructural con pendientes moderadas, sobre el cual se depositó un coluvión que suavizó de alguna manera la geoforma preexistente y que actualmente constituye una ladera depositacional, susceptible a procesos de remoción en masa.

Pese a las condiciones desfavorables que ofrece la geología y la hidrogeología del sector para la generación de procesos de remoción en masa, estos no son relevantes en el barrio sobre el cual se emite el concepto técnico, debido a que las condiciones de topografía suave del sitio no lo permiten.

3.1.4.1 Procesos morfodinámicos

A continuación se describen los procesos morfodinámicos identificados en el barrio El Tesoro II:

- **Erosión laminar y en surcos**

La erosión se acentúa sobre áreas desprovistas de vegetación y en especial sobre rellenos antrópicos. Ésta puede llegar a desencadenar una serie de procesos morfodinámicos como flujos de tierra y deslizamientos. La erosión laminar y en surcos se presenta principalmente en las vías de acceso peatonal, por donde circulan las aguas de escorrentía superficial.

Sobre la margen derecha del drenaje natural que limita al barrio Tesoro II, se presenta un relleno del orden de 20m de altura, sometido a procesos erosivos, el cual puede comprometer la estabilidad geotécnica del barrio (**Fotografía 5**).



Fotografía 5. Detalle del relleno existente por fuera del perímetro del barrio Tesoro II, que se puede tomar inestable, pudiendo incidir en la estabilidad del barrio y del sector en general.

- **Taludes de corte y explanaciones.**

Los taludes de corte no están categorizados dentro del contexto global como procesos morfodinámicos; sin embargo, sí son parte del proceso antrópico de explanaciones que generan cambios en las geoformas debido al cambio de pendientes.

En el barrio Tesoro II, los taludes de corte presentan un potencial bajo de inestabilidad, debido a su poca altura (del orden de 2m) (**Fotografía 7**). El corte más representativo se encuentra hacia el norte del barrio cerca del drenaje natural donde se dejan expuestos los materiales de relleno. (**Fotografía 8**).



Fotografía 7. Corte realizado en el depósito coluvial, en inmediaciones de la torre de energía.

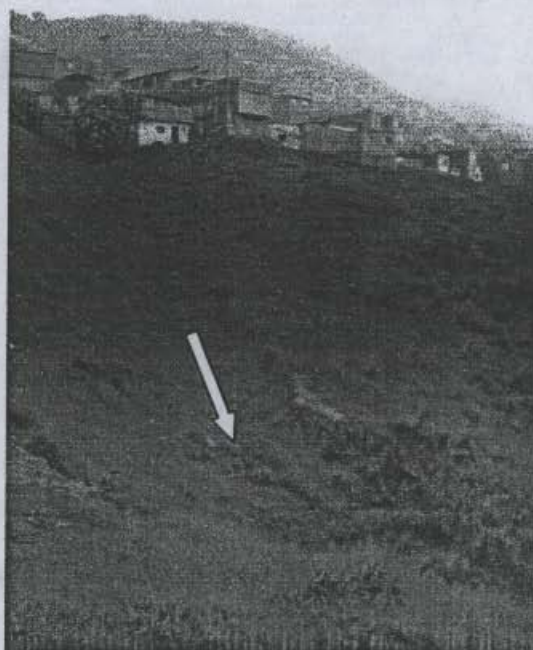


Fotografía 8. Corte realizado en los materiales de relleno, cerca al drenaje natural barrio Tesoro II.

- **Flujos de tierra**

Los flujos de tierra son movimientos de velocidad variable; estos se presentan sobre rellenos antrópicos asociados a los drenajes naturales del sector, que pierden su estabilidad por efecto del agua de escorrentía superficial y la que se infiltra sobre estos materiales.

En el barrio, estos flujos se presentan sobre el lecho del cauce natural que lo limita, y son de carácter incipiente, pero pueden avanzar en épocas invernales (**Fotografía 6**). No obstante, los flujos de tierra no inciden drásticamente sobre la estabilidad de la parte urbanizada del barrio.



Fotografía 6. Panorámica donde se muestra un flujo de tierras sobre el cauce que limita al barrio Tesoro II.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS EXPUESTAS

En este barrio se adelantó un trabajo de inventario de construcciones, cuyos resultados se presentan a continuación. No se efectuaron censos de población ni otro tipo de levantamientos, pues dichas actividades escapan del alcance del trabajo. La tabla de datos (**Tabla 2**) se adjunta en el **Apéndice 2**.

En El Tesoro II hay en total 25 lotes, de los cuales hay construidos 18, equivalentes al 72%.

La totalidad de las construcciones están destinadas a la vivienda como uso principal; se identificó una vivienda que también se usa para la industria metalmecánica; no se observaron depósitos de materiales o actividades peligrosas (Expendios de gas, polvorerías, lavanderías).

Hay 9 edificaciones de un piso (50%), 6 son de dos pisos (33,3%) y 3 son de 3 pisos (16,7%).

Del total de construcciones, no se halló ninguna que cumpliera la normatividad sismorresistente. Las tipologías son diversas, predominando la mampostería simple (15 casas, 83,33%), seguida de tipo mixto (Combinación de latas, ladrillo y lonas) (3 casas, 16,67%).

4 ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

En esta sección se presentan los análisis de información y los resultados obtenidos de acuerdo con los procedimientos metodológicos y criterios expuestos al inicio del informe.

4.1 EVALUACIÓN DE AMENAZA

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de amenaza se fundamenta en la aplicación del método SES, y sus resultados se ajustaron de acuerdo con diversos criterios, como los antecedentes de inestabilidad en la zona, los procesos morfodinámicos y las observaciones de campo. Es importante precisar que la profundidad de la evaluación se circunscribe al alcance de los trabajos.

4.1.1 Aplicación de la Metodología SES

En la generación de los conceptos técnicos se empleó como base la metodología de SES Modificado (Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad) propuesta por Ramírez (1989) y modificada por González (1997), la cual se adjunta en el **Anexo 2**.

La metodología aplicada para la generación de estos conceptos califica variables como materiales, factor antrópico, relieve, drenaje, cobertura, clima, erosión y sismicidad, que se procesaron mediante la ayuda de un Sistema de Información geográfica (SIG) con el fin de establecer una zonificación aproximada de estabilidad. Los resultados se presentan en el **Plano 2 del Apéndice 1**.

4.1.1.1 Materiales (M)

El sistema semicuantitativo considera este parámetro como el de mayor incidencia en la estabilidad de la zona, adoptando un valor de 70 para la mayor calificación (mayor estabilidad), según el tipo de material: Roca, material intermedio y suelo. En este caso se calificó así:

- Material Intermedio: Constituido por el depósito coluvial: 22 puntos.
- Suelos: Comprende los rellenos (2 puntos si son de gran espesor y 18 si son de poco espesor).

Desde el punto de vista de materiales, las zonas más susceptibles a procesos de remoción en masa corresponden a los rellenos dispuestos sobre el cauce del drenaje natural.

4.1.1.2 Factor antrópico (A)

Este factor corresponde a la intervención del hombre sobre el medio físico, lo cual se puede considerar como contribuyente para los procesos de inestabilidad. Para el barrio El Tesoro II se tomaron las siguientes zonas.

- Zona I: Zona de rellenos en áreas de drenaje natural: 0 puntos.

- Zona II: Zonas de relleno en laderas sin carga controlada de agua: 5 puntos.
- Zona III: Zonas de poca intervención antrópica y vías sin afirmado: 30 puntos.
- Zona IV: Viviendas en zonas de relleno con descarga controlada de aguas: 35 puntos.
- Zona V: Zonas con vivienda, cubrimiento >50% y vías pavimentadas: 40 puntos.

Las zonas de mayor susceptibilidad a procesos de remoción en masa por causa antrópica se asocian a los rellenos depositados sobre el drenaje natural.

4.1.1.3 Relieve (R)

La condición de inestabilidad de una ladera esta asociada en términos de relieve, a las características morfométricas y a los procesos morfodinámicos actuantes sobre ellas. La calificación de este parámetro en el barrio se efectuó con respecto al mapa de pendientes arrojado por el SIG y la forma de la ladera (convexas, rectilíneas o cóncavas) de acuerdo con el modelo de J. B. Dalrymple et al. (1966) donde adoptaron valores de 5, 3 o 0, asignando el mejor valor a las áreas con menor susceptibilidad a deslizamiento: el cambio de los valores se realizo teniendo como criterio que las formas convexas son más estables.

- Puntaje 5: Corresponde a una parte de la zona cubierta por pastos en depósitos coluviales y rellenos antrópicos de poco espesor,
- Puntaje 3: Se ubica sobre la zona más estable del barrio, sobre depósitos coluviales y rellenos antrópicos de poco espesor.
- Puntaje 0: Se ubica en rellenos de gran espesor, en las márgenes del drenaje natural.

En el barrio Tesoro II, las zonas de mayor susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa se asocian al área del drenaje natural, donde se ubican los rellenos antrópicos.

4.1.1.4 Drenaje (D)

Este parámetro se evaluó considerando dos aspectos: La facilidad de drenaje y la pendiente promedio del cauce, como se muestra en la **Tabla 3**. Por tratarse de áreas pequeñas en general, se cambió la característica densidad de drenaje por facilidad de drenaje. Teniendo en cuenta que este factor depende de la pendiente del terreno que se determina mediante el SIG, no se presentan aquí los resultados de la calificación asignada para cada superficie.

Tabla 3. Valores de estabilidad por drenaje

| PENDIENTE PROMEDIO DE CAUCES | DENSIDAD DE DRENAJE (m/Ha) | | |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|
| | ALTA (>80) | MEDIA (30 – 80) | BAJA (< 30) |
| Baja (0-5°) | 35 | 30 | 23 |
| Media (5-15°) | 25 | 19 | 13 |
| Alta (>15°) | 16 | 10 | 6 |

4.1.1.5 Cobertura (U)

La cobertura constituye un factor determinante en las condiciones de estabilidad de una ladera, principalmente en lo referente con el control de erosión e infiltración de aguas de escorrentía. Para su clasificación, en el barrio se tomo en cuenta la similitud del terreno con las áreas establecidas por la metodología SES. Se limitaron las zonas referentes a pastos o vegetación herbácea (14 puntos), cobertura permeable (12 puntos), pavimento con una cobertura impermeable (20 puntos) y zonas de viviendas con cubrimiento mayor al 50% (20 puntos).

Lo más desfavorable para la estabilidad del barrio Tesoro II en términos de cobertura son las áreas desprovistas de vegetación y la vivienda cimentada sobre el relleno del cauce natural. El área mas estables del barrio está en el costado este y sureste donde se encuentran las viviendas con cubrimiento mayor del 50%, sobre depósitos coluviales.

4.1.1.6 Clima (C)

La cuantificación de este parámetro se realiza con base en la relación lluvia – deslizamiento, con base en el trabajo de Castellanos y otros (1999). Con base en dicho trabajo se ha definido la estación representativa de la zona la lluvia crítica respectiva y su período de retorno. Para este barrio se utilizaron los datos de la Estación Tanque de Jalisco, en la cual la lluvia crítica tiene un período de retorno de 26,5 años, para un puntaje de 32.

4.1.1.7 Erosión (E)

La evaluación de este factor se ajusto de acuerdo con las características del barrio; se tuvo en cuenta el tipo de erosión y su influencia como agente desencadenante de movimientos en masa. En el barrio los procesos consisten en erosión laminar (10 puntos), erosión en surcos (8 puntos) y sin erosión (12 puntos). Se conservaron los puntajes asignados en la metodología SES para cada variable. El barrio Tesoro II es susceptible a la inestabilidad y ésta se amplía aún más como consecuencia de la erosión, principalmente en los materiales de relleno.

4.1.1.8 Sismicidad (S)

De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá (Ingeominas y Uniandes, 1997) y como ya se refirió antes, se estableció que el barrio pertenece a la zona 1 – Cerros, a la que le corresponde un coeficiente a_h de 0,24 g. De otra parte, según las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente (NSR – 98), el tipo de perfil de suelo puede asociarse con el S3. En consecuencia toda la zona tiene una calificación de 1.

4.1.1.9 Resultados de la aplicación del método SES

En el Plano 2 se presenta el resultado final de la aplicación del método que corresponde a la sumatoria, en cada punto, de la calificación obtenida de cada una de las variables consideradas, empleando para ello una herramienta SIG, e interpretando los resultados como una medida de la estabilidad, dentro de los rangos establecidos por la metodología y que se reproducen en la Tabla 4.

Tabla 4. Rangos de calificación metodología SES (Fuente: FOPAE, 2005)

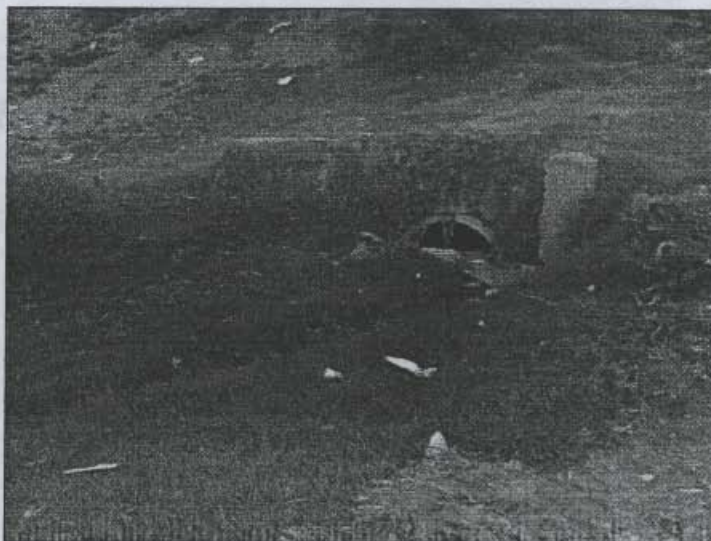
| CATEGORÍA DE AMENAZA | CALIFICACIÓN DE ESTABILIDAD (CES) |
|----------------------|-----------------------------------|
| Alta | Menor de 146 |
| Media | Entre 146 y 171 |
| Baja | Mayor de 171 |

Como se observa en el plano, algunas viviendas de la manzana A2 se encuentran en categoría alta, la amenaza media cubre la parte media del barrio y hay franjas de amenaza baja en las partes alta y baja del barrio; dicho resultado refleja parcialmente, por lo que se procederá a utilizar los demás criterios enunciados para la evaluación definitiva de amenaza.

4.1.2 Antecedentes históricos de remoción en masa en la zona

De acuerdo con la búsqueda de antecedentes, se encontró un diagnóstico para el barrio Tesoro, barrio vecino del Tesoro II, el cual se utilizó como base para conocer el comportamiento de los materiales con respecto al aporte de aguas lluvias y servidas y/o influencia de un sismo; ya que estos dos barrios tienen características similares en la topografía, geología, geomorfología y geotecnia.

Según el Diagnóstico Técnico No. DI-2097, en el barrio Tesoro se detectó la ausencia de un sistema adecuado para la entrega de aguas servidas del sector al Zanjón del Recuerdo (**Fotografía 9**), ya que ellas discurren ladera abajo, generando infiltración, empozamiento y saturación de los materiales que conforman el terreno, acelerando los fenómenos de inestabilidad en este sector.



Fotografía 9. Detalle de la estructura del sistema de alcantarillado en la intersección de la Transversal 18D Bis con Calle 80Bis A Sur del Barrio El Tesoro.

Estos fenómenos están representados por un deslizamiento de tipo rotacional activo, localizado en la margen izquierda del Zanjón del Recuerdo, entre las Calles 79 Sur y 80 Bis A Sur; el cual tiene una longitud en su corona de aproximadamente 20m, un escarpe de falla de 30cm en promedio, 15m de longitud en el sentido de la pendiente del terreno y una diferencia de cota entre la corona y la base de 7m (**Fotografía 10**).



Fotografía 10. Panorama del deslizamiento que afecta la margen izquierda del Zanjón del Recuerdo en el barrio Tesoro.

En el barrio Tesoro II se presenta una situación similar en cuanto a la ausencia de un sistema adecuado de alcantarillado, lo que indica que de no adecuarse y

controlarse el aporte de las aguas lluvias y las aguas servidas, se puede llegar a presentar un deslizamiento similar al del barrio el Tesoro.

De acuerdo con los estudios realizados por el FOPAE en 1998, el 55% de la zona urbana de la localidad de Ciudad Bolívar se encuentra en zonas de amenaza media por deslizamiento y el 10% en amenaza alta. De acuerdo con esto el barrio Tesoro II se encuentra en una zona de amenaza media y esta ocupada por viviendas altamente vulnerables, sin un adecuado planeamiento urbanístico, deficiencias de redes de servicios y vías sin pavimentar, aspectos que conllevan a generar situaciones de alto riesgo. Esta condición de riesgo puede ser mitigada con el mejoramiento del entorno, la complementación de servicios urbanos o con construcción de obras estabilización.

4.1.3 Zonificación de amenaza

Consideradas la información y los criterios consignados se define la zonificación de amenaza que se presenta en el **Plano 3 del Apéndice 1**.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede establecer que la mayor amenaza (alta) está asociada con sectores de alta pendiente en donde los llenos se encuentran obstruyendo drenajes naturales, y que además se caracterizan por presentar evidencias de flujos, que pueden convertirse finalmente en deslizamientos, si las masas del depósito y la parte superior del suelo residual se saturan. En el barrio Tesoro II la mayor susceptibilidad por remoción en masa se debe a la inadecuada disposición de los rellenos en el drenaje natural, que genera una especie de tapón para el agua de escorrentía subsuperficial.

4.1.4 Calificación de amenaza

En la **Tabla 5, del Apéndice 3**, se presentan los resultados obtenidos discriminados según las categorías de amenaza, y según la nomenclatura de manzanas y predios entregada por DPAAE.

Según estos resultados el 16,7% de los predios (3 en total) se encuentra en amenaza alta, 16,7% en amenaza media (3 predios) y 66,6% (12 predios) en amenaza baja.

4.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

De acuerdo con la metodología propuesta, la vulnerabilidad física de las viviendas es una variable que solamente se analiza en las zonas que presentan amenaza media y alta, y se tienen en cuenta dos factores: Exposición y resistencia de los elementos expuestos, que en este caso son las viviendas.

El factor exposición se define en términos de la ubicación del elemento en relación con el área de influencia de la amenaza, y particularmente para los procesos de remoción en masa, está también relacionado con la ubicación relativa según el tipo de proceso que origina las condiciones de amenaza. Según esto las viviendas que ocupan zonas de relleno obstaculizando el drenaje (costado norte de la manzana

A2), están expuestas a procesos de inestabilidad. Las condiciones estructurales de estas viviendas son deficientes, lo que implica que, además, tengan una vulnerabilidad alta por el factor resistencia; sin embargo, en los casos en que los rellenos son de poco espesor, puede esperarse que estén cimentadas sobre el coluvión y no sobre el relleno, lo que les da algo más de estabilidad para el caso estático. Por lo anterior, se concluye que las viviendas expuestas se encuentran en condición de vulnerabilidad media a alta.

4.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

Como consecuencia de la situación de amenaza y la condición de vulnerabilidad se establece que las viviendas ubicadas en los predios 3, 4 y 5 de la manzana A2, que equivalen al 16,7% de los predios construidos, se encuentran en riesgo alto y el resto del barrio, en riesgo medio.

Los resultados se muestran en la **Tabla 6** del **Apéndice 3** y en el **Plano 4** del **Apéndice 1**.

5 CONCEPTO DE RIESGO

De acuerdo con el trabajo adelantado y la información recolectada puede concluirse lo siguiente:

- En el barrio El Tesoro II, el 16,7% de los predios (3 en total) se encuentra en amenaza alta por remoción en masa, 16,7% en amenaza media (3 predios) y 66,6% (12 predios) en amenaza baja.
- La amenaza alta está asociada con sectores de alta pendiente en donde los llenos se encuentran obstruyendo drenajes naturales, y que además se caracterizan por presentar evidencias de flujos, que pueden convertirse finalmente en deslizamientos, si las masas del depósito y la parte superior del suelo residual se saturan. En el barrio Tesoro II la mayor susceptibilidad por remoción en masa se debe a la inadecuada disposición de los rellenos en el drenaje natural, que genera una especie de tapón para el agua de escorrentía subsuperficial.
- De otra parte, hay 3 predios (16,7%) en situación de alto riesgo y el resto del barrio se encuentra en riesgo medio.
- Desde el punto de vista de riesgos el barrio El Tesoro II puede ser legalizado.

En las **Tablas 7 y 8** se presentan resúmenes de amenaza y riesgo por remoción en masa para este barrio.

Tabla 7. Resumen de calificación de amenaza

| CALIFICACION DE AMENAZA | PREDIOS |
|-------------------------|-----------------------------|
| AMENAZA ALTA | Manzana A2 Predios 3 a 5 |
| AMENAZA MEDIA | Manzana A2 Predios 1, 2 a 6 |
| AMENAZA BAJA | Resto del barrio |

Tabla 8. Resumen de calificación de riesgo

| CALIFICACION DE RIESGO | PREDIOS | RECOMENDACIONES |
|--------------------------|--|---|
| RIESGO ALTO NO MITIGABLE | Manzana A2 Predios 3 a 5 | Incluir en el programa de reasentamiento de familias con prioridad 2. |
| RIESGO MEDIO | Manzana A1 Predios 1 a 19 Manzana A2 Predios 1, 2 y 6 | Continuar con el trámite de legalización. |

6 RECOMENDACIONES

De conformidad con los resultados del trabajo se plantea la ejecución de las siguientes medidas que permitirían la reducción del riesgo:

- Incluir en el programa de reasentamiento de familias localizadas en zona de alto riesgo no mitigable, las que habitan las viviendas registradas en la **Tabla 9**, con la prioridad definida en la misma tabla. Una vez se haya terminado el proceso de reasentamiento de las familias se recomienda demoler las viviendas, retirar los escombros y, en cumplimiento del Artículo 140 del Decreto 190/2004, aislar y señalizar la zona mediante vallas informativas a fin de evitar que tales predios sean ocupados nuevamente. Se deberá finalizar con su incorporación al inventario distrital de los predios desocupados.
Terminado el proceso de reasentamiento, incorporar los predios como suelos de protección por riesgo, en cumplimiento del Parágrafo 2 del Artículo 146 del Decreto Distrital 190 de 2004 (Compilación del POT).

Tabla 9. Predios a reubicar

| MANZANA | PREDIOS | PRIORIDAD |
|---------|---------|-----------|
| A2 | 3 y 5 | 2 |

- En cuanto al predio 4 de la manzana A2 debe destinarse como suelo de protección por riesgo.
- Se recomienda terracear los rellenos aledaños al cauce del drenaje.
- Los procesos erosivos presentes son fácilmente controlables mediante la adecuación de las vías. Además los taludes de corte existentes se

pueden proteger mediante piedra pegada con mortero o lechada de cemento, como una medida a cargo de la misma comunidad.

- Como medidas adicionales se recomienda manejar adecuadamente las aguas de escorrentía superficial y asegurar que las viviendas que se vayan a edificar queden cimentadas siempre sobre suelo natural.

7 FUENTES DE CONSULTA

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) (1998). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR98. Bogotá, Colombia.

Cantillo R., Carlos (1998). Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Remoción en Masa a Escala Local. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, DPAE (Varios años). Centro de Documentación e Información - Conceptos y diagnósticos técnicos. Bogotá, Colombia.

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, FOPAE (2005). Términos de Referencia Definitivos Invitación Pública para Contratación Directa FOPAE 7302 - 64 - 2005. Bogotá, Colombia.

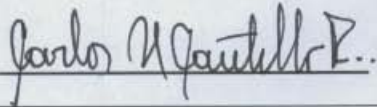
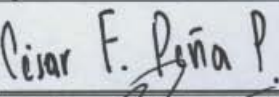
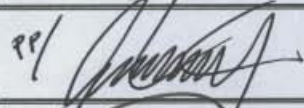
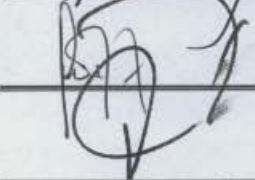

González, A. J., Zamudio, E, Castellanos, R. (1999). Relación de Precipitación - Duración de Lluvias que Disparan Movimientos en Masa en Santafé de Bogotá, Colombia.

Ingeominas y Universidad de los Andes (1997). Estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Bogotá, Colombia.

Portal www.redbogota.com del programa Red Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia (2005). Sitio en Internet: <http://www.lopublico.redbogota.com>

Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá, SIRE (2005). Sitio en internet: <http://www.sire.gov.co>

CONSULTORÍA PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA
LEGALIZACIÓN DE DESARROLLOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.

| | | |
|---------|--|---|
| ELABORÓ | UNIÓN TEMPORAL CRC – Contrato de consultoría CONS- 526-05 CARLOS H. CANTILLO RUEDA Representante Legal y Especialista en Riesgos T. P. 2520233583 CND |  |
| REVISÓ | CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN Geólogo - Especialista en Geotecnia M. P. 1751 C.P.G. |  |
| REVISÓ | DIANA PATRICIA ARÉVALO S. Jefe Grupo Estudios Técnicos y Conceptos DPAE | pp/  |
| APROBÓ | GUILLERMO ÁVILA Coordinador Área de Investigación y Desarrollo DPAE |  |
| Vo. Bo. | FERNANDO RAMÍREZ CORTÉS Director DPAE |  |

UNIÓN TEMPORAL CRC
APÉNDICE 1
PLANOS

UNIÓN TEMPORAL CRC
APÉNDICE 2
INVENTARIO DE PREDIOS

ING. CARLOS H. CANTILLO R.
 INVENTARIOS DE ELEMENTOS EXPUESTOS
 FORMATO No. 1 - INVENTARIO DE CONSTRUCCIONES

BARRIO:

Alameda Sur

FECHA: 21/06/2006

| AL | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN | | | | OBSERVACIONES |
|----|--------|-------------------------------|---|---|---|------------------------------------|
| | | A | B | C | D | |
| | B1 | | | | | |
| | 01 | | | | | |
| AL | B1 | 1 | | 2 | 5 | No Construido |
| AL | B1 | 1 | | 2 | 5 | 2 piso en Construcción |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | |
| AL | B1 | 1 | | 2 | 5 | 2 piso en Construcción |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | Ladrillo Combinado |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | Techo de lata y Ladrillo Combinado |
| AL | B1 | 1 | | 1 | 5 | |

UNIÓN TEMPORAL CRC
APÉNDICE 3
TABLAS DE CALIFICACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO ALAMEDA SUR II SECTOR ZONA B-1

| MANZANA | PREDIO | CÓDIGO | AMENAZA |
|---------|---------------|----------|---------|
| B1 | Zona Verde I | Sin | ALTA |
| B1 | Zona Verde II | Sin | ALTA |
| B1 | 07 | AL-B1-07 | MEDIA |
| B1 | 08 | AL-B1-08 | MEDIA |
| B1 | 01 | AL-B1-01 | BAJA |
| B1 | 02 | AL-B1-02 | BAJA |
| B1 | 03 | AL-B1-03 | BAJA |
| B1 | 04 | AL-B1-04 | BAJA |
| B1 | 05 | AL-B1-05 | BAJA |
| B1 | 06 | AL-B1-06 | BAJA |
| B1 | 09 | AL-B1-09 | BAJA |
| B1 | 10 | AL-B1-10 | BAJA |

TABLA 6
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO ALAMEDA SUR II SECTOR ZONA B-1

| MANZANA | PREDIO | CÓDIGO | RIESGO |
|---------|---------------|----------|--------|
| B1 | Zona Verde I | Sin | ALTO |
| B1 | Zona Verde II | Sin | ALTO |
| B1 | 07 | AL-B1-07 | MEDIO |
| B1 | 08 | AL-B1-08 | MEDIO |
| B1 | 01 | AL-B1-01 | BAJO |
| B1 | 02 | AL-B1-02 | BAJO |
| B1 | 03 | AL-B1-03 | BAJO |
| B1 | 04 | AL-B1-04 | BAJO |
| B1 | 05 | AL-B1-05 | BAJO |
| B1 | 06 | AL-B1-06 | BAJO |
| B1 | 09 | AL-B1-09 | BAJO |
| B1 | 10 | AL-B1-10 | BAJO |

UNIÓN TEMPORAL CRC
ANEXO 1
REFERENTE CONCEPTUAL

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE –
FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 526 DE 2005

CONSULTORÍA PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS DE RIESGO
POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA LEGALIZACIÓN DE DESARROLLOS EN
LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.

UNIÓN TEMPORAL CRC

ANEXO 1 AL CONCEPTO TÉCNICO DE RIESGO

MARCO CONCEPTUAL

Conceptos básicos

De acuerdo con Cardona (1997), la amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, está representada por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo. La amenaza es el potencial de ocurrencia del fenómeno; no es el fenómeno, ni el evento.

Al respecto Sánchez-Silva (1997) establece que dependiendo de la delimitación del sistema, la amenaza podría estar incluida dentro del mismo y por lo tanto no necesariamente ser un factor de riesgo externo.

Resumiendo y complementando lo anterior, se puede definir la amenaza como el peligro latente, de carácter externo o interno al sistema bajo estudio, que tiene un potencial de materialización en un período dado (probabilidad de ocurrencia), caracterizable en el tiempo, que está relacionado con un área potencialmente afectada y cuya severidad puede ser determinada cuantitativa y cualitativamente. (Cantillo, 1999).

Se puede definir entonces la amenaza por deslizamientos como la probabilidad de ocurrencia de un evento geotécnico (proceso de inestabilidad) capaz de producir daño en un espacio e intervalo de tiempo determinado. (Rodríguez, 2001).

De otra parte, la vulnerabilidad puede entenderse como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas. La resiliencia es la capacidad de recuperación de un sistema.

Un desastre es un proceso social que reviste una situación de anormalidad, como consecuencia de la materialización de una amenaza, que implica pérdidas ambientales (humanas y/o materiales), en un contexto determinado por la

vulnerabilidad y resiliencia del sistema afectado. El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997, ref. cit.)

Se entiende como "Gestión de Riesgo" el conjunto de acciones encaminadas a la reducción de los niveles de riesgo de un contexto específico, relacionadas con la promoción, divulgación, planeación y ejecución de medidas de manejo de riesgos y desastres y preparativos para desastres. La visión moderna de la gestión del riesgo implica cuatro políticas públicas distintas:

- a) La identificación del riesgo (que involucra la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva)
- b) La reducción del riesgo (que involucra a la prevención - mitigación)
- c) La transferencia del riesgo (que tiene que ver con la protección financiera)
- d) El manejo de desastres (que corresponde a la respuesta y la reconstrucción).

(Cardona, 2003).

Procesos de remoción en masa

Nuestro planeta es un sistema dinámico, contando con varios procesos de modelación del paisaje, entre ellos la denudación, inducida por fenómenos climáticos y geológicos naturales, a los cuales, en tiempos recientes de la edad geológica, se ha unido la acción humana que se presenta en varias direcciones: Como agente directo de modificación del paisaje o como generador y/o catalizador de los procesos de denudación. Dentro de los procesos de denudación se encuentran los llamados procesos de remoción en masa (en el presente trabajo se consideran expresiones sinónimas las siguientes: "Movimientos en masa", "movimientos de falla de taludes", "inestabilidad de taludes", "inestabilidad del terreno" y en forma genérica, aunque con reservas por las confusiones que puede generar el término "deslizamientos"), que vienen a constituirse en una de las amenazas más frecuentes y más severas que afectan el territorio colombiano y los cuales pueden ser caracterizados de diversas maneras, según su tipo y su dinámica espacial y temporal. (Cantillo, 1998). Bajo el término "Procesos de Remoción en Masa" se designa a los movimientos de falla del terreno que abarcan un volumen apreciable de material (suelo o roca), incluyendo una gran variedad de movimientos y tipos de materiales. (Castellanos, 1996).

Se utiliza el término deslizamiento en su carácter general, para abarcar casi todas las variedades de movimientos en masa de taludes incluyendo caídas de roca y suelo, volcamiento, deslizamientos rotacionales y traslacionales, flujos de tierra, detritos y de lodos, algunos de los cuales en rigor presentan poco a ningún movimiento sobre superficie de rotura definida como se concibe un verdadero

deslizamiento. Otro término general muy usado en Colombia es el de "derrumbe" que es empleado para referirse a la acumulación de materiales de un talud que han sufrido deslizamientos y quedan en reposo más abajo de su posición original. (García, Manuel, citado por Castellanos, 1996).

El sistema más común de clasificación de deslizamientos es el propuesto por Varnes (1978), por lo que también ha sido el más utilizado para definir el tipo de amenaza, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de deslizamientos según Varnes (1978)

| MATERIAL MECANISMO DE FALLA | ROCA | SUELO | |
|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | Fino | Granular |
| Caídas | Caída de roca | Caídas de suelo | Caídas de detritos |
| Deslizamiento rotacional | Hundimiento en roca | Hundimiento de suelo | Hundimientos de detritos |
| Deslizamiento traslacional | Deslizamiento traslacional en roca | Deslizamiento traslacional en suelo | Deslizamiento traslacional de detritos |
| Flujos | Flujos de roca | Flujos de lodo o flujo de tierra | Flujos de detritos |
| Propagación lateral | Propagación lateral | | |
| Complejos | Movimientos complejos | | |

El fenómeno de los deslizamientos se basa en que: "Toda masa de suelo situada debajo de la superficie de una ladera o talud natural, o bien debajo de la superficie del talud formado por un desmonte o excavación, tiene tendencia a desplazarse hacia abajo y hacia afuera por efecto de su propio peso. Cuando esta tendencia es contrarrestada por la resistencia al corte de suelo, el talud es estable; en caso contrario, se produce el deslizamiento" (K. Terzaghi, 1950, citado por Castellanos, 1996). Esta definición, aunque sencilla, envuelve un fenómeno cuya naturaleza es compleja, si se consideran sus causas, la diversidad de mecanismos que producen la falla del terreno, las consecuencias de la falla y las consideraciones requeridas para su corrección. (Castellanos, 1996).

El análisis de taludes tradicional considera que las causas de los deslizamientos pueden ser internas y externas; las primeras (que en el presente trabajo se denominarán como factores intrínsecos o inherentes) tienen que ver con la litología (tipo de material), sus condiciones (estado de meteorización, estructura) y la presencia y acción del agua subterránea; casi siempre las causas internas producen cambios sobre la resistencia al corte del terreno.

Las causas externas tienen que ver con las alteraciones bien sea por la acción de fenómenos naturales -lluvias, sismos, pérdida de soporte por socavación de corrientes de agua, volcanes- o por factores antrópicos -sobrecargas en la parte superior de un talud (rellenos, obras), cortes en la base (minería, obras de ingeniería y otras), modificación perjudicial del régimen de drenaje y deforestación-. La mayor influencia de las causas externas se manifiesta en un aumento del esfuerzo cortante aplicado a los materiales que forman el talud.

Es común hacer referencia a la acción de las causas enunciadas, como factores contribuyentes o disparadores. Como factores contribuyentes pueden actuar bien las causas internas o externas en relación con los fenómenos o procesos que hacen susceptible a la falla un talud (Ej. materiales débiles o alterados, la pendiente natural, etc.). Los agentes (o factores) disparadores (o detonantes) son aquellos que actúan de manera tal o en determinado momento que producen la disminución necesaria de resistencia o el aumento suficiente de esfuerzos que dispara la falla, al sobrepasarse el umbral donde el esfuerzo aplicado es menor a la resistencia. (Cantillo, 1998 y Castellanos, 1996).

Para los efectos de este trabajo se define susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa como la potencial actitud o vocación de una masa de suelo o roca en talud, a alterar sus condiciones de estabilidad, ante la acción de uno o varios agentes disparadores. Se acostumbra distinguir zonas de susceptibilidad baja a nula, media y alta. La susceptibilidad es una réplica conceptual de vulnerabilidad (en este caso el agente disparador actuaría como amenaza y la masa de suelo a manera de elemento expuesto). Las consecuencias de la acción del agente disparador sobre un terreno susceptible, pueden ser potenciales (similitud con el riesgo) o efectivamente presentarse un movimiento en masa (similitud con la concepción de desastre). (Cantillo, 1998).

De acuerdo con González (1990), los movimientos de remoción en masa pueden considerarse como fenómenos de segundo orden, pues son producto de factores naturales o artificiales, los cuales constituyen los eventos de primer orden o causas.

Desde esta óptica, al considerar la acción combinada de una amenaza de primer orden (evento detonante que materializa el proceso de inestabilidad, como por ejemplo lluvias, movimientos sísmicos, erosión natural, efectos de la acción del hombre, o combinaciones de ellos), que encuentra condiciones favorables en la naturaleza y nivel de exposición del terreno (susceptibilidad), se está planteando la primera fase de la cadena del riesgo. Una vez configurado el proceso de inestabilidad, aunque sea potencial, éste se convierte en amenaza para los elementos expuestos (población, edificaciones, infraestructura, actividades y relaciones de la comunidad, etc.), los cuales presentan unas determinadas características tanto de exposición como de resistencia a sus efectos y un nivel de resiliencia, que definirán el nivel potencial de daños o pérdidas (riesgo). (Cantillo, 1998).

Fuentes de consulta

Cantillo R., Carlos (1999). Fundamentos Conceptuales sobre Riesgos y Desastres. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Cantillo R., Carlos (1998). Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Remoción en Masa a Escala Local. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Cardona A., Omar D. (2003). Memorias Curso Virtual de Gestión de Riesgos. Structuralia y Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Cardona A., Omar D. (1997). Los Desastres: Eventos Ambientales. Artículo Técnico. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Castellanos J., Ramiro N. (1996). Lluvias Críticas en la Evaluación de Amenaza de Eventos de Remoción en Masa. Tesis de Postgrado, Magister en Geotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

González G., Alvaro J. (1990). Conceptos sobre la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos. VI Jornadas Geotécnicas. Sociedad Colombiana de Ingenieros. Bogotá, Colombia.

Rodríguez C. E. (2001). *Hazard Assessment of Earthquakes induce Landslides on Natural Slopes. Ph. D. Tesis, Imperial College. London, U. K.*

Sánchez - Silva, Mauricio (1997). Estrategias para la Evaluación de Riesgos. Universidad de los Andes. Especialización en Evaluación de Riesgos y Prevención de Desastres. Bogotá, Colombia.