Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR SANTA FE DE BOGOTA

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CONCEPTO TÉCNICO Nº 3446

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
OBJETIVO:	PROGRAMA DE LEGALIZACIÓN DE BARRIOS
LOCALIDAD:	SAN CRISTÓBAL
BARRIO:	**VILLA NATALY 20 DE JULIO**
TIPO DE RIESGO:	Por remoción en masa.
FECHA DE EMISIÓN:	25 de Marzo del 2000
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Decreto 657 de 1994, por el cual se establece que la DPAE debe emitir conceptos para evitar la urbanización en zonas de alto riesgo, esta entidad adelantó el estudio "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C." que sirve de fundamento para la elaboración del presente concepto, donde se determina el nivel de amenaza y riesgo actual de los predios del barrio en mención, así como los aspectos físicos de las viviendas a fin de medir los índices de vulnerabilidad.

1.1. Localización y Antecedentes

La Localidad de San Cristóbal se localiza en el suroriente del Distrito Capital y el barrio Villa Nataly está ubicado en la parte norte dentro de éste, entre las siguientes coordenadas (Ver Plano anexo):

Norte: 97100 a 97200
Este: 98530 a 98630

Limita al norte con el desarrollo Primero de Mayo, al oriente y al sur con área sin desarrollar y al occidente con el barrio Padua.

En el sector se ha identificado un proceso de inestabilidad consistente en un movimiento lento del que se tiene registro desde la década de los cincuenta y se inicia como consecuencia de la explotación antitécnica de materiales para la construcción y por presencia de abundante agua; se trata de un fenómeno que involucra un área bastante grande y que afecta varios barrios, entre otros: Montebello, San Luis y Granada Sur.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109014 Santa Fe de Bogotá, D.C

De acuerdo con el Concepto Técnico Nº 2755 (de agosto de 1997), en la zona de estos barrios existen antecedentes de inestabilidad sobre la zona de una antigua explotación de arcillas, registrados en diferentes estudios geológicos y geotécnicos por INGEOMINAS desde 1955.

Según el estudio realizado por Ingeniería e Hidrosistemas Ltda., el sector de interés vecino al barrio Villa Nataly, corresponde a una ladera de mediana a alta pendiente constituida por depósitos cuaternarios.

Según el mismo estudio, las conclusiones que se obtuvieron a partir de las observaciones de los movimientos son las siguientes:

- Se trata de movimientos muy lentos; se pueden inferir tasas de desplazamiento inferiores a los 20 cm/año.

- El carácter del movimiento es traslacional retrogresivo, como se evidencia por la uniformidad de los desplazamientos en profundidad y la ampliación del área afectada que se ha extendido hacia el sureste, como consecuencia de la no implementación de medidas correctivas y también por el desarrollo de construcciones en la parte baja del área, para las cuales se cortó la pata de las zonas en movimiento, aumentando aún más su precario equilibrio.

- Los movimientos que afectan el área están controlados por el contacto coluvión – Formación Bogotá.

- Todas las evidencias tienden a sugerir un movimiento general de toda el área en sentido 40° NW.

1.2. Cartografía Base

Para la elaboración del concepto se empleo la base cartográfica del barrio Villa Nataly 20 de Julio a escala 1:500 suministrado por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, el estudio "Actualización de estudios geológicos y geotécnicos barrios Granada Sur, Montebello, Padua, Villa Nataly y San Luis" bajo el contrato Nº 1314-33-97 por la firma Ingeniería e Hidrosistemas Ltda. y el estudio "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del Terreno Para diferentes sectores del D.C." realizado por la firma INGEOCIM LTDA, del plano de DAPD cabe destacar que la distribución catastral guarda una estrecha relación con los predios existentes en la zona; si bien, algo desactualizado con respecto a los predios construidos; por otro lado el mapa suministrado no presenta cubrimiento de curvas de nivel.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109014 Santa Fe de Bogotá, D.C

2. DESCRIPCIÓN

2.1. Geología

Litológicamente el área de estudio corresponde al sedimentos del Terciario y depósitos recientes:

- Formación Bogotá (Teb); está compuesta principalmente por estratos macizos de rocas de carácter arcilloso, lodolitas y arcillolitas ocasionalmente abigarradas, observándose algunos niveles de textura limo arenosa; al parecer un nivel de estos se registra en algunos sitios en el contacto entre el coluvión suprayacente y esta Formación. Las arcillolitas son de carácter expansivo y por sus características juegan un papel importante en el mecanismo de deslizamiento asociado, el cual tiene lugar en el contacto mencionado.

Los depósitos cuaternarios corresponden a:

- Coluviones (Qc); constituidos por una mezcla de bloques de arenisca procedentes de la Formación Guadalupe, en una matriz de arenas, limos y arcillas con algunos horizontes de limos orgánicos intercalados, localmente se registra la presencia de un paleosuelo próximo a la base del depósito. En razón de su origen, su espesor fluctúa entre 13 y 22 m.
- Formación Sabana, Terraza Alta (Qta); consiste de materiales transportados y depositados en la zona de transición entre las formaciones rocosas y la zona plana.
- Depósito Antrópico (Qcm); está constituido por los materiales de desecho de las explotaciones de arcilla de la Formación Bogotá, mezclados con bloques y arcillas de los depósitos coluviales superiores; al parecer estos materiales fueron dispuestos allí luego de la explotación de la cantera dentro de las labores de recuperación del área. Geotécnicamente resulta muy difícil la distinción entre estos materiales y los coluviales.
- Flujos de lodos (Qf); se trata de flujos originados a partir de la erosión de los coluviones y las arcillas residuales de la Formación Bogotá en sus partes altas y por posterior depositación en los cambios de pendiente; en general son de poco espesor.

2.2. Geomorfología

De acuerdo a las características morfométricas, morfogenéticas y morfodinámicas y según el estudio de Ingeocim Ltda., en la zona se presentan como geoformas predominantes las siguientes:

Laderas de Acumulación (VA); corresponden a laderas agradacionales, es decir, formadas por acumulación de materiales heterogéneos en su estructura y composición. Presentan crestas redondeadas y pendientes suaves, algo irregulares. En esta forma se incluyen depósitos cuaternarios fluvioglaciares, coluviones y talus.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109014 Santa Fe de Bogotá, D.C

Valles de Planicie (VIB); se trata de una geoforma correspondiente a una porción de espacio abierto y relativamente plana, que tiene como eje principal a un curso de agua; exteriorizando uno o más niveles de terrazas de carácter deposicional o erosional. La corriente de agua puede mostrar más de un patrón de cauce: rectilíneo o meándrico, sin que exista un límite neto entre cada uno de ellos. La geoforma está conformada por los depósitos de terraza y aluviones que se conocen como sabana de Bogotá.

2.3. Geotecnia

El estudio de Imgeocim Ltda. define la presencia de una unidad geotécnica en este sector:

- Material Intermedio (IT3M); corresponde a material Intermedio; se trata de materiales que conforman depósitos aluviales y fluvio glaciares constituidos por más del 70% de clastos, entre los que se cuentan el cono del Tunjuelo (Qc), conos de deyección (Qcd), Terraza alta (Qta), y los depósitos de Talus (Qdl) y coluvial (Qdlc). Presentan densidad alta.

2.4. Hidrografía

El sistema hidrográfico natural esta enmarcado dentro de la cuenca del Río Fucha, el cual más adelante entrega sus aguas al río Bogotá.

2.5. Hidrología

La distribución anual de las lluvias en la zona es bimodal, con dos periodos lluviosos intercalados con dos periodos secos, con una precipitación media multianual de 600 mm y la precipitación critica varia entre 210 mm a 220 mm, con un período de retorno de 10 a 15 años.

2.6. Uso del Suelo

El uso actual del suelo es urbano, del cual un 10% corresponde a zonas verdes y comunales.

2.7. Factor Antrópico

Se encuentra ubicado en una zona caracterizada por una intervención antrópica alta en donde los cortes para emplazar el conjunto residencial provocaron que la ya de por si susceptible masa aledaña reptara hacia la zona donde se ubica el barrio; no obstante se trata de unidades familiares con buena técnica constructiva, vías pavimentadas en su totalidad, buena cobertura de servicios públicos.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109014 Santa Fe de Bogotá, D.C

3. EVALUACIÓN DE AMENAZA

De acuerdo con el estudio de INGEOCIM LTDA., para realizar el análisis de la amenaza por remoción en masa se emplearon como técnicas de mapeo de la amenaza el Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (SES) de Ramírez (1988,1989) y la Metodología de Taludes Naturales (MTN) de Shuk (1968,1970,1995), y se utilizó como parámetro de calibración el inventario de procesos.

La evaluación se realizó mediante el cruce sistemático en el SIG de los mapas temáticos resultantes de la cuantificación de las variables indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1. Variables a Cuantificar en Evaluación de la Amenaza (SES)

INTRÍNSECOS	DETONANTES
M – Material	**E** – Erosión
R – Relieve	**C** – Clima (Lluvias)
D – Densidad de Drenaje	**S** – Sismo
V – Cobertura Vegetal	**A** – Acción Antrópica

Dado que el área de estudio está dentro de la zona urbana, se realizó la inclusión del factor antrópico como parámetro que afecta la estabilidad de una ladera.

El Mapa de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa, define 5 (cinco) categorías según su probabilidad de falla Alta (o factor de seguridad relativo); para efectos del presente concepto la DPAE unificó las categorías Baja con Muy Baja y Alta con Muy Alta, siendo la categorización a utilizar la que se relaciona en la Tabla 2.

TABLA 2. Categorías de Amenaza.

Categoría Amenaza	Descripción	Factor Seguridad Relativo	Probabilidad Falla
Alta	Laderas con evidencias de procesos de inestabilidad inactivos o activos y/o procesos erosivos intensos.	$Fs < 1.10$	$Pf > 44\%$
Media	Laderas sin evidencias de inestabilidad actual, con procesos erosivos de intensidad media a alta.	$1.10 \leq Fs < 1.94$	$12\% < Pf \leq 44\%$
Baja	Laderas de piedemonte de pendiente baja, o laderas de pendiente alta en rocas o Laderas rectilíneas, o zonas planas en áreas urbanas consolidadas.	$Fs \geq 1.94$	$Pf \leq 12\%$

Por su parte, y de acuerdo con los resultados del estudio de Ingeniería e Hidrosistemas Ltda., que se orienta a verificar la naturaleza y mecánica de los fenómenos de

inestabilidad que han venido afectando el sector, para la evaluación de la condición geotécnica se tuvieron en cuenta:

- Los parámetros de resistencia (pico y residuales) obtenidos de ensayos practicados sobre muestras recuperadas en exploraciones en áreas vecinas y sobre la masa inestable en el desarrollo de diversas investigaciones.

- Las infiltraciones por agua subsuperficial que, de acuerdo con las evidencias de campo, resulta mantener una condición de agua permanente en la parte más alta (hacia la Calle 24 Sur y la Transversal 2A) producto de la rotura de tuberías de alcantarillado y suministro de agua potable. Un estudio previo establecía que el coluvión aunque no tenía agua libre si mantiene un alto grado de saturación por capilaridad.

- Mecanismos de falla y análisis de estabilidad, identificado como un proceso de inestabilidad disparado como consecuencia de la infiltración y acumulación de agua en su interior durante lluvias intensas y prolongadas. Los aportes de aguas de las tuberías de acueducto y alcantarillado contribuyen de manera significativa a mantener en épocas secas un nivel de agua en la parte alta.

Una vez definidos los valores de las variables se realizaron análisis de estabilidad modelando, a través de programa de computador, cada una de las condiciones dadas previamente y considerando una superficie de falla a lo largo del contacto coluvión – Formación Bogotá.

Tomando como base los análisis anteriores se hizo una evaluación de la amenaza en el área en términos cualitativos. Para el sector se le dio un calificativo de amenaza media, considerando que existe afectación por un fenómeno activo de deslizamiento pero a su vez teniendo en cuenta que la energía potencial y su dinámica son moderadas.

3.1. Calificación y Zonificación de Amenaza

De acuerdo con los resultados de los estudios mencionados y a la evaluación realizada en campo se concluye que parte del barrio se localiza en una zona de amenaza alta por remoción en masa.

- Zona de amenaza alta por remoción en masa; corresponde a la zona verde.

- Zona de amenaza media por remoción en masa, corresponde al resto del barrio.

La delimitación de las áreas de amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) se puede ver en el plano de loteo anexo..

4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

Para su evaluación se tuvo en cuenta tanto los aspectos físicos de las viviendas como las características socioculturales de la población, tomando el barrio como unidad territorial de análisis. En general se evaluaron los aspectos referidos en la Tabla 3.

TABLA 3. Variables Para Evaluación de la Vulnerabilidad.

DESCRIPCIÓN	ASPECTOS A EVALUAR
Vulnerabilidad Física	• Tipología de la vivienda, según Leone (1.996). • Clasificación de los daños, según el DRM*
Vulnerabilidad sociocultural	• Tenencia de la vivienda. • Acceso a la infraestructura de servicios • Analfabetismo. • Ocupación.

- Se cuantifica el valor del índice de pérdida global (IPG) promedio con el cual se determinó la categorización de vulnerabilidad sugerida en la Tabla 4.

TABLA 4. Categorías de Vulnerabilidad por IPG.

CATEGORÍA DE VULNERABILID.	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
ALTA	IPG > 0.625	El daño en viviendas e infraestructura, iría desde fracturación de la estructura hasta derrumbe total; El daño de la estructura se calcula entre el 70 y el 100%.
MEDIA	0.375>IPG<0.625	Casas en mampostería o prefabricadas, que ante un evento no colapsarian, presentaran deformaciones o fisuras importantes en elementos estructurales. El daño de la estructura se calcula entre el 40 y 60%.
BAJA	IPG< 0.375	El daño en las viviendas e infraestructura existente no es considerable; Se podrían presentar fisuras menores. El daño de la estructura se calcula entre el 20 y el 30%.

En general, las construcciones del barrio son en un 100% residenciales de dos pisos hasta edificios de apartamentos en varios pisos, se trata de construcciones de buena condición, en mampostería confinada. Corresponde a un asentamiento ilegal con infraestructura de servicios públicos de buena calidad y cobertura, las vías están pavimentadas. Se concluye que en general la vulnerabilidad para el sector es baja, lo que indica que ante un evento de remoción en masa, se pueden presentar fisuras menores; no obstante, las construcciones directamente expuestas al fenómeno de remoción, teniendo en cuenta la solicitación de este, pueden llegar a presentar algunos daños ligeramente mayores; por tanto se considera que para estas la vulnerabilidad global es media. Igualmente, vale la pena señalar que no existen problemas significativos derivados del manejo de las aguas lluvias y servidas en el interior del barrio.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109014 Santa Fe de Bogotá, D.C

5. GRADO DE RIESGO

Para expresar el riesgo global (IRG) a definir en el área de estudio se combinó la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (amenaza) con el índice de perdidas potenciales (vulnerabilidad), obteniendo la categorización planteada en la Tabla 5.

TABLA 5. Categorías de Riesgo de acuerdo al Índice Global de Riesgo

CATEGORÍA DEL RIESGO	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Bajo	0.001≤IRGprom<0.375	Las perdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, están entre el 1% y el 37,5%
Medio	0.375≤IRGprom< 0.625	Las perdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, están entre el 37,5% y el 62,5%
Alto	IRGprom≥ 0.625	Las perdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, son mayores al 62,5%

5.1. Calificación y Zonificación de Riesgo

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos expuestos; se obtiene la siguiente zonificación:

5.1.1. Zona de riesgo medio: corresponde a los predios siguientes: Mz. A: predios 6 a 11; Mz. B: predios 9 a 15 y Mz. C: predio 7.

No obstante, corresponder a riesgo medio, dada la dinámica del proceso conviene mantener vigilancia sobre la evolución del proceso para tomar las medidas pertinentes.

Para el proceso de legalización, se sugiere denominar como sectores afectados no sólo aquellos que presenten alto riesgo sino también los de alta amenaza por remoción en masa, que constituye un riesgo potencial, por lo que se deben adelantar estudios geotécnicos detallados cuando se pretenda dar un uso urbano; en caso contrario, debe destinarse para zona verde o de recreación pasiva.

5.2. Sector en riesgo bajo por Remoción en Masa, el resto del barrio.

5.3. Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE considera factible la legalización del desarrollo teniendo en cuenta las recomendaciones planteadas.

6. RECOMENDACIONES

Para reducir las condiciones de riesgo existente o evitarlas en otros puntos se recomienda:

- Dado que el barrio se encuentra en la zona de influencia de un proceso de reptación muy antiguo, y, con el propósito de reducir el potencial de daño por efecto de la energía de un movimiento de cierta velocidad, es importante la construcción de una obra de contención a lo largo del borde exterior de la zona verde como un muro de gravedad hacia la pata del talud inestable; ésta deberá ir acompañada de obras de drenaje subsuperficial del talud como drenes subhorizontales y drenaje superficial como cunetas interceptoras para manejo rápida y eficiente de las aguas de escorrentía.
- Alternativamente se puede considerar obras de protección estructural en la pata, las cuales se realizarían con muros en gaviones.
- Perfilado de la superficie y sellado de grietas.
- Empradización y reforestación general del área.
- Extender a la zona de influencia del barrio la campaña de monitoreo, o, al menos, mantener vigilancia permanente sobre la evolución del fenómeno.
- En la zona de amenaza correspondiente a la zona verde, se recomienda no construir y destinarlo más bien como zona de recreación.
- En general, se deberá implementar medidas físicas para control de la amenaza en los sectores con procesos activos e incorporación de acciones de ordenamiento y uso de del suelo.

7. OBSERVACIONES

El presente concepto técnico está basado en los estudios "Actualización de estudios geológicos y geotécnicos barrios Granada Sur, Montebello, Padua, Villa Nataly y San Luis" bajo el contrato Nº 1314-33-97 por la firma Ingeniería e Hidrosistemas Ltda., "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del Terreno Para diferentes sectores del D.C. realizado por la firma INGEOCIM Ltda., bajo el contrato de consultoría Nº 1314-107-97 y en observaciones de los profesionales del Área de Análisis de Riesgos de la DPAE.

8. ANEXOS

- Plano de Loteo a escala 1:500 con la identificación y delimitación de zonas de afectación por amenaza o riesgo alto.

LUIS JAIRO PÉREZ B.
Esp. en Evaluación de Riesgos

DORIS SUAZA ESPAÑOL
Esp. en Evaluación de Riesgos

Vo. Bo. **JAVIER PAVA SÁNCHEZ**
Coordinador Área Análisis de Riesgos

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109014 Santa Fe de Bogotá, D.C