Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

AREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CONCEPTO TÉCNICO No. 3541

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
OBJETIVO:	PROGRAMA DE LEGALIZACIÓN DE BARRIOS
LOCALIDAD:	CIUDAD BOLIVAR.
BARRIO:	Ciudad Milagro.
TIPO DE RIESGO:	Por Remoción en masa tipo desprendimiento de bloques.
FECHA DE EMISIÓN:	Noviembre 24 de 2.000
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 1.994, por el cual se establece que la DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS -DPAE- debe emitir conceptos para evitar la urbanización en zonas de alto riesgo, esta entidad adelantó un estudio específico denominado "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 riesgo actual del área mencionada, particularmente del Barrio Ciudad Milagro.

2. DESCRIPCIÓN

2.1. Localización

La Localidad de Ciudad Bolívar se encuentra en la parte Sur-Oeste del Distrito Capital, y el Barrio Ciudad Milagro está ubicado en la parte sur-oriente de está, aproximadamente entre las siguientes coordenadas (Según Plano de loteo):

Norte: 93.800 a 94.600
Este: 90.400 a 91.000

Para la elaboración del concepto se empleo la base cartográfica del barrio Ciudad Milagro, escala 1:500 suministrado por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

2.2. Antecedentes

El sector de la Calle 62 Sur con Carreras 18C y 18D no tiene viabilidad de servicio de gas, a pesar de que este desarrollo se encuentra legalizado según resolución No. 1126 de 1.996. Esta negación se debe a que la entidad prestadora del servicio considera que existe un riesgo por caida o falla de la banca de esta vía. Esta suposición se debe a que el borde sur-oeste de la Calle 62 sur se encuentra cerca de la corona de un escarpe rocoso, en el que se encuentran bloques de estabilidad precaria, conformando en algunos casos taludes negativos.

Se han realizado obras de tipo arquitectónico que mejoran notablemente la apariencia del sector, pero no eliminan la inestabilidad existente en el macizo rocoso. Por esta razón la Dirección contrató un estudio para determinar las medidas correctivas en dicho talud y su respectivo diseño (Diagnóstico No. 865), con el fin de mitigar el riesgo existente.

2.3. Geología

Regionalmente este barrio se encuentra ubicado sobre la Formación Arenisca La Regadera, que suprayace discordantemente a la formación Bogotá, y está compuesta por areniscas conglomeráticas y areniscas de color gris claro a violáceo por alteración de grano fino a grueso, con intercalaciones de bancos de arcillolitas. Esta unidad tiene importancia como material de construcción, pues de ella se extrae arena.

En la zona de estudio afloran areniscas de color gris claro con tonos violáceos, de grano fino, friables y de cemento arcillosos; se presentan intercalaciones de arcillolitas de tipo caolinítico, que son lavadas por erosión diferencial, dejando bloques de arenisca en posición desfavorable. En la parte superior del talud de la Calle 62 Sur aflora una arenisca de color amarillento de grano fino, bastante friable, infrayaciendo una arenisca limolítica de grano medio a fino, de color habano rojizo, que presenta algunas concreciones.

2.4. Geomorfología

De acuerdo a las características morfométricas, morfogenéticas y morfodinámicas la zona se caracteriza por presentar un rasgo genético montañoso de control estructural con formas de escarpes y frentes estructurales, cuya morfometría es de crestas agudas, pendientes rectas regulares > 61°, drenaje angular y valles en V, con presencia de erosión diferencial.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

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 periodo de retorno de 10 a 15 años.

El sistema hidrográfico natural esta enmarcado dentro de la Cuenca del Río Tunjuelo, que nace en el Páramo de Sumapaz y cuyo cauce a sido modificado mediante embalses de regulación para suministro de agua potable y por explotaciones de gravilla. La cuenca tiene un área de 41427 ha, con un caudal promedio de 4 m^3/s. Adicionalmente, la Formación Guaduas se considera importante como acuífero.

2.6. Uso del Suelo

El uso actual del suelo es urbano en proceso de consolidación, con densidad de construcción alta, constituido por construcciones en mampostería en un buen porcentaje; las vías están sin pavimentar, la pendiente es entre moderada y muy fuerte y no hay zonas verdes. Lo anteror hace que el porcentaje de infiltración en el terreno sea bajo.

2.7. Geotecnia

El sector, corresponde a rocas blandas, con resistencia a la comprensión simple menor a 560 Kg/cm^2.

2.7. Factor Antrópico

La intervención antrópica es alta en el sector de la Calle 62 sur, debido a la actividad minera y al mal manejo de aguas negras y lluvias.

3. EVALUACIÓN DE AMENAZA

Para realizar el análisis de la amenaza por remoción en masa se emplearon como técnicas de mapeo 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 siguientes variables:

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

INTRINSECOS	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 (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 esta la categorización a utilizar:

Categoría Amenaza	Descripción	Factor Seguridad Relativo	Probabilidad de Falla
Alta	Laderas con procesos activos de fenómenos de remoción en masa o Laderas con evidencias de procesos de inestabilidad inactivos 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 localizadas generalmente en la parte alta de las vertientes, o en zonas planas en áreas urbanas consolidadas.	$Fs \geq 1.94$	$Pf \leq 12\%$

En general, la ausencia de un sistema de manejo de aguas superficiales que evite la escorrentía hacia el macizo rocoso contribuye con la ocurrencia de movimientos de masa, ya que las aguas lluvias se infiltran y lavan las capas arcillosas, dejando sin soporte las capas de arenisca.

En el talud de la calle 62 Sur se realizó un análisis simplificado de estabilidad de cuñas para el cálculo de factor de seguridad de un deslizamiento traslacional de una cuña tetraédrica formada en un talud rocoso por la intersección de discontinuidades, la cara del talud y la superficie del terreno en la corona; este análisis no considera el efecto de grietas de tensión.

De los resultados de este análisis se concluye que en condición seca el talud presenta una estabilidad general favorable, con factores de seguridad superiores a 2,00; sin embargo, existe la posibilidad de que se presente caída de bloques rocosos, ya que algunos de ellos presentan estabilidad precaria, como es el caso del bloque sobre el cual se encuentra construida la plazoleta que sirve de mirador, que se encuentra desplazado de su posición original.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

Realizado el proceso metodológico de evaluación de amenaza, anteriormente descrito, se concluye:

3.1. Zona de Amenaza Alta: Corresponde a las Manzana 8 (Lotes 1, 2, 8, 9 y 10), donde se debe realizar las obras de mitigación recomendadas en este concepto, o adelantar estudios detallados de riesgo que determinen los condicionamientos para el uso urbano en el sector y el manejo adecuado del mismo, si se pretende dar uso urbano.

3. 2. Para los demás sectores del desarrollo la amenaza es media por remoción en masa tipo deslizamiento y desprendimiento de bloques. En general el barrio carece de un buen manejo de aguas y de una técnica adecuada de construcción, acorde a las características del sector.

4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

Para su evaluación se tuvo en cuenta tanto los aspectos físicos de las viviendas como las características socio-culturales de la población, tomando el barrio como unidad territorial de análisis. En general se evaluaron los siguientes aspectos:

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

Se siguieron los siguientes pasos:

- Cálculo del IVS (índice de vulnerabilidad social) a nivel sector teniendo en cuenta los datos del censo de 1.993 suministrados por el DANE.
- Tipificación de las viviendas a nivel manzana, con énfasis en los sectores afectados por procesos, complementados con la tipificación de viviendas a nivel general.
- Cálculo de los IVF (índice de vulnerabilidad física) de las manzanas afectadas teniendo en cuenta las solicitaciones determinadas en los escenarios de amenaza.
- Cálculo de los IVD (índice de vulnerabilidad general por deslizamiento) a nivel manzana y de los índices de pérdidas relativos a las zonas amenazadas para cada uno de los escenarios.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

- Superposición de los resultados de los dos escenarios, obteniendo un mapa, tomando como criterio de decisión el IPGprom (Indice de perdidas globales) Mayor.

- Multiplicando el índice de vulnerabilidad general por los valores analizados, se obtiene el índice de pérdidas, es decir las pérdidas directas (de capital o de personas afectadas).

- Este índice se cuantifica de acuerdo al elemento expuesto y se saca un promedio aritmético para obtener el índice de pérdida global (IPG).

- Con el valor del índice global (IPG) promedio se determinó la siguiente categorización de la vulnerabilidad:

CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD	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%. Las viviendas menos resistentes son las de tipo tugurial.
MEDIA	0,375 > IPG < 0,625	Aquellos sectores con casas en mampostería o prefabricadas, que ante un evento no colapsarían, aunque 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 debido a la buena calidad de las construcción (con estructura) y/o a la lejanía a la fuente del evento; Se podrían presentar fisuras menores. El daño de la estructura se calcula entre el 20 y el 30%.

Cabe destacar que el barrio corresponde a un área urbana de tipo semiconsolidado, con servicios básicos provisionales y red vial sin pavimentar. En general la vulnerabilidad física en el sector es media, lo que indica que ante un evento de remoción en masa las viviendas no colapsarían, aunque presentaran deformaciones o fisuras importantes en elementos estructurales; el daño de la estructura se calcula entre el 40% y el 60%.

4. GRADO DE RIESGO

Para expresar el riesgo global (IRG) incurrido en el área de estudio se combinó la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (amenaza) con el índice de perdidas potenciales (vulnerabilidad), obteniendo la siguiente categorización:

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	IRG prom ≥ 0.625	Las perdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, son mayores al 62,5%

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

Como resultado del proceso metodológico realizado se concluye:

5.1. Se define como de riesgo alto mitigable por remoción en masa tipo desprendimiento de bloques los predios de la Manzana 8 (Lotes 3, 4, 5, 6 y 7), hasta tanto no se realicen las obras de mitigación propuestas para el talud ubicado entre las manzanas 8 y 5.

5.2. Los demás predios presentan riesgo medio por remoción en masa.

5.3. Teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos bajo riesgo; en aquellas zonas desocupadas (sin elementos bajo riesgo) sólo se puede determinar el grado de amenaza.

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 (delimitadas en el mapa de loteo anexo), 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.

5.4. Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE considera factible la legalización del desarrollo.

6. MITIGABILIDAD

Con el fin de mitigar el impacto que provocaría la caída de bloques se recomienda realizar las siguientes acciones en el talud de la calle 62 Sur:

1. Remoción manual de bloques rocosos que conforman taludes negativos o que se encuentran en voladizo. Durante esta labor es necesario el desalojo temporal de las viviendas de la parte inferior del talud. También es necesario colocar como protección temporal un cerramiento doble en malla eslabonada de triple torsión.

2. Protección de la superficie del talud por medio de un recubrimiento en mortero 1:5 de espesor e = 0.05 m y malla de gallinero, sostenido al talud por medio de taches metálicos de ϕ 3/8" de L = 0.20 m, cada 1.50 m dentro de las discontinuidades, tratando de lograr una disposición a tres bolillo. Este recubrimiento evitará la acción erosiva del agua de escorrentía sobre las capas arcillosas. Los diseños, cantidades de obra, presupuesto estimado y cronograma de ejecución se encuentran en el Diagnóstico No. 865 de la DPAE.

Adicionalmente se recomienda realizar en todo el sector obras de control de erosión y obras de infraestructura, como por ejemplo la Implementación de redes de acueducto y alcantarillado, para evitar que continué el deterioro del sector.

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

7. OBSERVACIONES

El presente concepto técnico está basado en el estudio de "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, en el Diagnóstico No. 865, realizado por la firma Geoingeniería Ltda y en observaciones de los profesionales del Área de Análisis de Riesgos de la DPAE.

DORIS SUAZA ESPAÑOL
Geóloga Esp. en Análisis de Riesgos
Mat. 1550 C.P.G.

PILAR DEL ROCIO GARCÍA G.
Geóloga
Mat. 1539 C.P.G.

Vo. Bo. JAVIER PAVA SANCHEZ
Coordinador Area de Análisis de Riesgos

Diagonal 47 No. 77B – 09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax: 4109036 Santa Fe de Bogotá, D.C.