Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CONCEPTO TÉCNICO Nº 3802

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
LOCALIDAD:	USME
BARRIO:	**NUEVA ESPERANZA**
UPZ:	56 - DANUBIO
ÁREA (Ha):	38.4 Ha
TIPO DE RIESGO:	Por remoción en masa.
FECHA DE EMISIÓN:	29 de octubre de 2002
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

2. INTRODUCCIÓN

El presente Concepto Técnico de riesgo para el barrio Nueva Esperanza, define los predios en alta amenaza que deben ser objeto de restricción de uso para vivienda y los predios en alto riesgo donde se deben implementar medidas de mitigación, como construcción de obras de mitigación y/o reubicación de acuerdo a los proyectos de la Administración Distrital.

Este documento corresponde a la observación de las características físicas del sector en la fecha de elaboración, en el cual se delimitan los predios en amenaza alta. Para los predios en amenaza alta no ocupados se mantiene esta definición ya que no existe calificación de vulnerabilidad y los predios en amenaza alta ocupados se clasifican el nivel de riesgo de acuerdo a la vulnerabilidad de las viviendas.

Está dirigido al DAPD para el programa de legalización de barrios como un instrumento para la reglamentación del barrio y como tal, establece restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza. Debe verse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

3. GENERALIDADES

3.1 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

La Localidad de Usme se localiza en el suroriente del Distrito Capital y el barrio Nueva Esperanza está ubicado dentro de éste aproximadamente en la parte norte, el ingreso es por la Avenida Caracas tomando la vía contigua a la Penitenciaría de la Picota, el barrio se ubica entre las siguientes coordenadas (Ver Plano anexo):

Norte:	93225	a	93900
Este:	97050	a	97750
Altitud:	2745	a	2835

Diagonal 47 No. 77B-09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax 4109014 Bogotá D.C.

Limites:

Norte:	Barrios: Diana Turbay y Diana Turbay Sector Cultivos
Oriente:	Área sin desarrollar
Sur:	Área sin desarrollar
Occidente:	Barrio San Ignacio

3.2 CARTOGRAFÍA BASE Y FUENTES CONSULTADAS

Para la elaboración del concepto se emplearon las bases cartográficas a escala 1:1000, de los barrios Nueva Esperanza y Nueva Esperanza Baja suministradas por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, de las cuales se puede concluir que la distribución catastral en algunos sectores no conserva relación con los predios existentes en la zona, como tampoco con la nomenclatura existente y se presenta superposición de manzanas, entre el plano de Nueva Esperanza y Nueva Esperanza Baja.

Como fuente directa de consulta se han empleado los documentos correspondientes a los estudios "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del Terreno Para 101 Barrios de la Localidad de Usme del D.C." realizado por la firma IGL Ltda., 1997. y "Estudio de Zonificación de Riesgos por Remoción en Masa y Recomendaciones de Medidas de Prevención y Mitigación Para el Barrio Nueva Esperanza, Localidad de Usme", ejecutado por el Consorcio Geocing Ltda. – Bateman Ingeniería Ltda., 1999.

3.3 ANTECEDENTES

El sector se encuentra conformado por los desarrollos Nueva Esperanza, Nueva Esperanza Baja los cuales se encuentran en proceso de legalización y en la Zona Verde Nº 3 de Nueva Esperanza Baja se ubica un desarrollo conocido como Rincón del Zea, del cual no se conoce levantamiento cartográfico a la fecha.

Por su parte la DPAE ha practicado, en diversas ocasiones, visitas técnicas en atención a solicitudes ó en respuesta a reportes de situaciones de emergencia, gracias a lo cual se han generado diagnósticos o conceptos técnicos según se relacionan en la Tabla 1:

TABLA 1. Relación de Antecedentes en la DPAE

DOC. Nº	FECHA	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
D749	13/10/99	Durante todo el tiempo se han presentado una serie de problemas de carácter puntual y que en su mayoría son de la misma naturaleza los cuales obedecen a las mismas causas: en su mayoría corresponden a flujos, deslizamientos rotacionales, desprendimientos superficiales de suelo que afectan a una o varias viviendas, asociados a aportes de aguas lluvias o sanitarias. A raíz de ello, se ha recomendado reubicar varias viviendas.
D754	15/10/99	
D821	29/11/99	
D924	06/04/00	
D939	24/04/00	
D1026	15/11/00	
D1105	19/07/01	
D1258	01/10/01	
D1269	27/09/01	

Informes de levantamiento cartográfico de los predios reubicados dentro del programa de reubicación de familias en alto riesgo adelantado por el FOPAE, Geos EU. Esta información se representa en el plano de riesgo anexo. Es necesario confrontar y precisar esta información

debido a las diversas nomenclaturas con que han sido identificadas las viviendas en estos desarrollos.

3.4 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Puntualmente se pueden presentar problemas leves de inestabilidad, al generar cortes en depósitos recientes sin ningún tipo de especificación ni control técnico; éstos pueden estar relacionados con eventos erosivos. En general, los problemas identificados así como las causas asociadas corresponden a la relación reseñada en la Tabla 2.

TABLA 2. Identificación y Causas de Problemas

Problema Identificado	Causas
- Erosión superficial difusa - Deslizamientos traslacionales o compuestos de masas coluviales (coluviones sobre la Formación Regadera superior) - Caída de rocas (zona fracturada de la arenisca de la Formación Regadera Superior)	- Intervención antrópica, relacionada con los cortes en laderas para viviendas y vías, rellenos, vertimiento de aguas servidas y mangueras con fugas. - Las lluvias - Ausencia de cobertura por deforestación, que en forma conjunta con la lluvia propicia la erosión. - Ausencia de obras de protección y de control de aguas

4. MARCO FÍSICO

4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA

Corresponde a un barrio semi-consolidado de pendientes moderadas a altas, con servicios públicos incompletos y de carácter provisional, implementados en buena parte por la propia comunidad. Tiene vías sin pavimentar, rodeado por zonas verdes, en las cuales se ha desarrollado continuamente un proceso de ocupación ilegal.

El sector hace parte del Cerro Juan Rey y la quebrada Guira, en donde durante los últimos años se ha presentado una creciente intervención urbana debido a la ocupación ilegal sin ningún tipo de control en sus laderas y rondas y la intervención negativa a través de cortes y rellenos y mal manejo de las aguas lluvias y negras

Las viviendas son en su mayor parte de deficiente tipología, predominando viviendas de un piso, con presencia de algunas de dos y tres pisos, la mayoría son en materiales temporales como madera, lata, cartón y muy pocas en mampostería semiconfinada o confinada por columnas y vigas en concreto.

El sector presenta una muy deficiente infraestructura para la atención de necesidades básicas como servicio de salud; no obstante cuenta con una escuela y algunas guarderías para los menores de seis años.

4.2 GEOLOGÍA

Este asentamiento está emplazado sobre las laderas y fondo de un valle angosto de flancos empinados, excavados por erosión diferencial en los conjuntos superior e inferior de la Formación Regadera (Ter) de edad eocena media.

4.2.1 Rocas consolidadas del Terciario pertenecientes a los Conjuntos Inferior (Teri) y Superior (Ters) de la Formación Regadera (Ter). La cual corresponde a una secuencia de areniscas con intercalaciones de bancos de arcillolita, los cuales van creciendo de base a techo, el cual se divide en dos conjuntos, según la frecuencia de tales intercalaciones.

- **Conjunto Inferior (Teri)**; Es básicamente un conjunto de bancos y lentes de arenisca espaciados por intercalaciones de arcillolita menores de 0.8 m. La arenisca es de grano grueso, a veces arenisca conglomerática, de cementación moderada a friable. Constituye buena parte del flanco derecho (oriental) de la cañada La Guairita, en donde se observan afloramientos de la parte superior. El espesor aflorante de este conjunto por la contrapendiente, fuera de la zona de estudio es de más 80 m.
- **Conjunto Superior (Ters)**; comprende una secuencia de 230 m de espesor aproximadamente, de capas de arenisca parda de grano grueso, medio a veces conglomerático, moderadamente cementados, de 5 a 50 m de espesor que alternan con estratos de arcillolitas de 5 a 20 m de espesor; hacia la parte basal de este conjunto la alternancia tiende a ser más delgada llegando a presentar espesores de arenisca y arcillolita inferiores a 0.8 m. Conforma las partes mas bajas del flanco derecho de la cañada la Guarita y todo su flanco izquierdo (occidental).

4.2.2 Depósito de material por transporte y acumulación de material rocoso meteorizado y suelo no consolidados de edad cuaternaria (Q) distinguidos, según su origen, en coluviales (Qcol), flujos de tierra (Qft) y suelos residuales (Qsr), que se han acumulado sobre los estratos terciarios arriba mencionados.

- **Depósitos Coluviales (Qcol)**; Comprenden las acumulaciones más extensas y espesas de material rocoso y suelo no consolidados, que cubren gran parte de los predios del sector; su composición va de arcillosa a arenosa; el contenido de fragmentos rocosos (arenisca) también varía según su posición respecto a los escarpes de arenisca que forman parte del Conjunto Superior de la Formación Regadera (Ters); los espesores en el sector del barrio están comprendidos entre 2 m y 5 m, siendo más espesos donde la pendiente del terreno es menor. Espacialmente se encuentran localizados sobre las márgenes de la quebrada la Guairita y en el costado noroccidental del sector,.
- **Flujos de Tierra (Qft)**; Estos depósitos están constituidos por una matriz arcillosa a areno-arcillosa con fragmentos de arenisca angulosos, dispersos en toda la masa del depósito; su espesor puede ser hasta de 2.5 m. Cubren sectores alargados y de poca pendiente, principalmente hacia la parte alta del sector occidental del barrio, en el nacimiento de la quebrada la Guarita y en la parte central del flanco derecho de la cañada.
- **Depósitos de Suelo Residual (Qsr)**; Son acumulaciones de material arenoso, arcilloso o arcilloarenoso. Localizados en el flanco izquierdo del valle de la quebrada la Guarita y cerca de su cauce sobre el flanco derecho. Su espesor está comprendido entre 0.1m y 3.5 m.
- **Depósitos de Origen Antrópico (Qra)**; Acumulación de los materiales producto de las

excavaciones de construcción de viviendas y vías, por lo que tales depósitos son propensos a inestabilizarse. La mayor concentración de los depósitos antrópicos se localizan sobre las márgenes de la quebrada La Guairita.

4.3 GEOMORFOLOGÍA

A partir de la identificación de las unidades geomorfológicas con características específicas, se realizó una clasificación, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de material (M)
- Pendiente (P)
- Control litológico y Estructural (L)
- Régimen de agua (R)

De acuerdo con la clasificación de los parámetros, se obtuvieron 20 unidades o zonas geomorfológicas, las cuales se presentan en la Tabla 3. En ella, cada unidad geomorfológica se identifica con un índice, de esta manera, se define cuales son las laderas más susceptibles a inestabilizarse y cuales son las más estables.

TABLA 3. Resultados de la Zonificación Geomorfológica

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	TIPO DE MATERIAL	SUSCEPTIBILIDAD DE LA LADERA
UI3ci	Arenisca	Estable
UI4ci	Arenisca	Estable
UI4pe	Arenisca	Estable
UI5ci	Arenisca	Estable
UII3ce	Arcillolita	Estable
UII4ce	Arcillolita	Estable
UIII3pe	Arcillolita y Arenisca	Estable
UIII4pe	Arcillolita y Arenisca	Estable
UIV3ym	Coluvión de Pata	Inestable
UIV3zm	Coluvión de Pata	Inestable
UIV4xm	Coluvión de Pata	Inestable
UIV4ym	Coluvión de Pata	Inestable
UIVa3xm	Coluvión Colgado	Inestable
UIVa3ym	Coluvión Colgado	Inestable
UIVa3zm	Coluvión Colgado	Inestable
UIVa4xm	Coluvión Colgado	Inestable
UIVa4ym	Coluvión Colgado	Inestable
UV3xm	Suelo Residual	Inestable
UV3ym	Suelo Residual	Inestable
UV3zm	Suelo Residual	Inestable
UVI3ym	Flujo de Tierra	Inestable
UVI3zm	Flujo de Tierra	Inestable
UVII3zm	Relleno Antrópico	Inestable
UVII4xm	Relleno Antrópico	Inestable

El factor primordial en la estabilidad de la ladera es el régimen de agua y la unidad geomorfológica con mayores problemas de inestabilidad corresponde a las coluviales colgadas, con intervención

antrópica, localizadas generalmente en la parte media de la ladera izquierda de la quebrada la Guairita.

4.4 HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA Y CLIMA

La quebrada La Guarita que atraviesa la zona es uno de los afluentes de la quebrada Chiguaza; nace en inmediaciones del cerro de Juan Rey en la cota 2870 m.s.n.m, con dirección de drenaje noroeste, tiene una longitud aproximada de 1.15 km desde su nacimiento hasta los limites con la zona verde del barrio Nueva Esperanza Baja. El área de la cuenca aferente es del orden de 0.40 km^2, con pendiente longitudinal promedio del 20% y con pendientes transversales del orden de 60%. La red de drenaje de la cuenca es intermitente a excepción de su cauce principal (quebrada La Guairita) la cual evidencia algunos nacederos en la parte alta de la cuenca, esta red de drenaje ocasiona eventualmente flujos torrenciales.

La creciente intervención urbana debido al desarrollo de asentamientos humanos de origen ilegal en las laderas y rondas de los cauces, sin ningún control de las aguas lluvias y negras, hace que la energía erosiva de la lluvia y la escorrentía superficial aumenten, generando procesos de erosión superficial y fenómenos de remoción en masa, ocasionados de manera directa por alteración de la red de drenaje natural existente y la falta de construcción de un sistema adecuado de alcantarillado y manejo de aguas lluvia acorde al comportamiento hidrológico del sector.

4.2.3 Precipitación

La distribución temporal de la precipitación presenta una tendencia en forma bimodal con dos períodos lluviosos y secos diferentes, para cada una de las estaciones. La precipitación media multianual de la estación Juan Rey es de 1131.6 mm y el mes con mayor precipitación es Julio con un promedio mensual multianual de 205 mm. La precipitación media multianual de la estación La Picota es de 547.3 mm y el mes con mayor precipitación es Octubre con un promedio mensual multianual de 73.6 mm.

La precipitación acumulada más crítica entre las dos estaciones, es la de Juan Rey con duración de 11 días y una probabilidad anual de ocurrencia (1/Periodo de Retorno) del orden de 4.76 %, la cual se considera ara efectos de análisis de estabilidad.

4.5 FACTOR ANTRÓPICO

Durante los últimos años en el sector se ha presentado una creciente intervención urbana debido al desarrollo de asentamientos de origen ilegal en sus laderas y ronda, sin ningún control de las aguas lluvias y negras. Esto hace que la energía erosiva de la lluvia y la escorrentía superficial aumenten, generando procesos de erosión superficial y fenómenos de remoción en masa,

Varios de los problemas identificados - mencionados en el inciso 3.4 - se dispararon o activaron por influencia antrópica (véase Fotografía 1), ya sea mediante la ejecución de cortes en las laderas o por mal manejo de las aguas de escorrentía y de uso doméstico. El mayor número de procesos se presenta en la ladera de la margen izquierda de la quebrada la Guairita, especialmente en los depósitos coluviales.

Como parte fundamental de la zonificación de amenaza, se emplearon los resultados de sectorización por zonas de comportamiento geotécnico homogéneo, partiendo para ello de la

zonificación de susceptibilidad de las laderas, en la cual se tuvieron en cuenta algunos de los parámetros geomorfológicos como pendiente (la cual ha sido sucesivamente modificada y modelada por el hombre) y el régimen de agua (la modificación y represamiento de cauces por el aporte de residuos sólidos, la influencia por la ausencia de obras de drenaje)

5. EVALUACIÓN DE AMENAZA

Para el efecto se llevaron a cabo las siguientes labores:

- Zonificación por áreas de comportamiento geotécnico similar teniendo en cuenta los trabajos de geología, geomorfología e investigación del subsuelo (zonas homogéneas).
- Delimitación de las zonas con solicitaciones determinadas (Zonas de Influencia Directa y Zonas de Influencia Indirecta).
- Cálculo de las probabilidades de falla anuales para deslizamientos por medio del método PEM, teniendo en cuenta los análisis de estabilidad determinísticos.
- Determinación de las probabilidades de falla cualitativas por caída de rocas, y determinación de la energía en la caída y la distancia de viaje utilizando para tal efecto el programa RocFall.
- Definición de las probabilidades de falla de los diferentes taludes para diferentes períodos de retorno.
- Zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa.

5.1 METODOLOGÍA

5.1.1 Análisis Probabilístico de Estabilidad

5.1.1.1 Para deslizamientos

Se determinó la estabilidad de cada talud característico, hallando el factor de seguridad por medio de la teoría del equilibrio límite y determinando la probabilidad de falla por el método del punto medio – PEM- (Rosenblueth, 1975). El análisis probabilístico de estabilidad para deslizamientos se aplicó para dos escenarios: a corto y largo plazo.

5.1.1.2 Para caída de rocas

Debido a que en los taludes susceptibles a caída de rocas no se pudieron determinar familias de discontinuidades predominantes (presenta un intenso fracturamiento) que permita hacer un análisis de estabilidad por formación de cuñas, la probabilidad de ocurrencia de la caída se determinó utilizando calificaciones cualitativas, utilizando el método de conjuntos difusos. Para determinar la distancia de viaje del bloque de roca, así como su energía cinética a lo largo del recorrido, se utilizó el programa RocFall. Los resultados arrojados en resumen son:

- Distancia de viaje promedio : 50 m a 70 m.
- Energía cinética máxima : 300 kJ a 500 kJ.

5.2 ZONAS HOMOGÉNEAS

En forma general, el área de estudio se dividió en seis grandes zonas, subdivididas a su vez en subzonas (para un total de 12 subzonas), tal como se presenta la Tabla 4.

TABLA 4. Descripción de las zonas homogéneas.

ZONA	DESCRIPCIÓN GENERAL	SUBZONA	DESCRIPCIÓN DETALLADA
I	Laderas escarpadas (pendientes generalmente mayor a 45°) por sus altas pendientes, están poco intervenidas por el hombre	A	En contrapendiente, con drenaje interno, con alto grado de fracturamiento pero sin presentar evidencia de caída de bloques.
		B	En contrapendiente, con drenaje interno, con alto grado de fracturamiento y presencia de caída de bloques.
		C	En pendiente estructural, con escorrentía superficial
II	Laderas de alta pendiente (entre 30° y 45°) en alternancias de arcillolitas y areniscas o limonitas	A	En pendiente estructural, intercalaciones de arcillolita y arenisca, con escorrentía superficial. No presenta evidencias de fenómenos de remoción en masa
		B	En contrapendiente estructural, intercalaciones de arcillolita y limolitas, con escorrentía superficial y carcavamiento incipiente. No presenta evidencias de fenómenos de remoción en masa
III	Laderas coluviales con pendientes altas (mayores a 35°)	A	Coluvión de pata (localizada en la parte baja del talud), sobre arcillolitas y limolitas, presentan una gran intervención antrópica y un gran número de deslizamientos
		B	Coluvión de pata (localizada en la parte baja del talud), sobre arcillolitas y limolitas, presentan una gran intervención antrópica y un gran número de deslizamientos
		C	Coluvión colgado, presentan intervención antrópica y procesos de remoción en masa (deslizamientos)
		D	Coluvión colgado, con poca intervención antrópica; sin evidencia, a la fecha del estudio, de procesos de remoción en masa
IV	Laderas denudacionales (suelos residuales), producto de la meteorización de la arcillolita. Presenta intervención antrópica y procesos de inestabilidad		
V	Ladera de flujos de tierra, muy susceptibles a los procesos erosivos, con evidencia de agrietamientos producto del movimiento del terreno		
VI	Laderas de origen antrópico, originadas por rellenos de materiales de corte, sin compactación adecuada, ni manejo de aguas.		

Tanto para deslizamientos como para caída de rocas se identificaron dos zonas en las que los elementos pueden sufrir afectación: ZID - Zona de Influencia Directa (elementos dentro del cuerpo inestable con daños relacionados por desplazamientos laterales dependientes a su vez de la velocidad del movimiento) y ZII – Zona de Influencia Indirecta (elementos abajo del cuerpo inestable y por tanto reciben solicitaciones por empuje lateral o por impacto, dependiendo del tipo de fenómeno).

Teniendo en cuenta las tres (3) solicitaciones típicas en la zona (impactos, desplazamientos laterales y empujes laterales), se establecieron las solicitaciones características para cada una de las seis zonas homogéneas, de igual manera, se determinó el área de influencia de cada una de ellas.

5.3 ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

Para cada una de las zonas con solicitaciones dadas se le asignó una categoría de amenaza, según el criterio presentado en la Tabla 5.

TABLA 5. Criterios de zonificación por amenaza

Categoría de amenaza	Probabilidad de falla	
	Máxima	Mínima
Muy Alta	1.00	0.90
Alta	0.90	0.40
Media	0.40	0.10
Baja	0.10	0.05
Muy Baja	0.00	0.05

Teniendo en cuenta esta zonificación, en la Tabla 6 se presenta el resumen de los resultados obtenidos, de los análisis probabilísticos a largo plazo se concluye que toda la zona (exceptuando la zona homogénea IA) tendría una amenaza a largo plazo (15 años) catalogada como alta o muy alta, dada la alta susceptibilidad que tiene la zona a presentar fenómenos de remoción en masa.

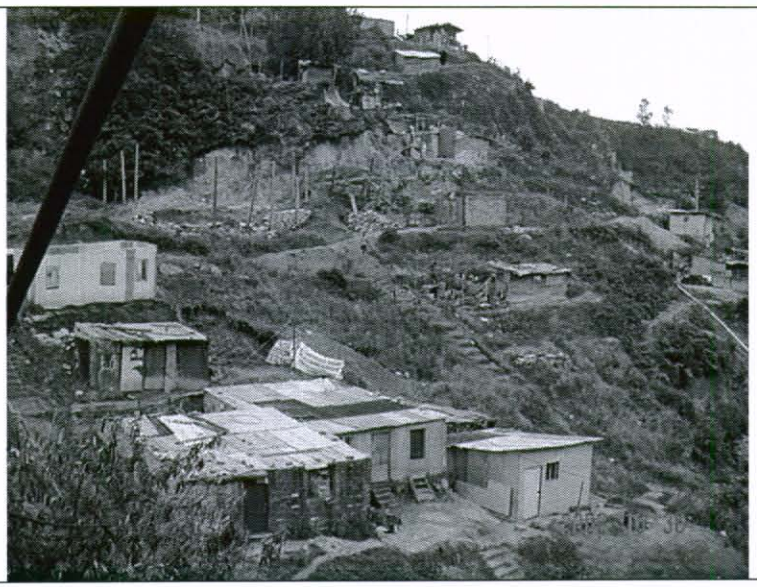
TABLA 6. Resumen de resultados de evaluación de amenaza.

TIPO DE SOLICITACIÓN	IDENTIFICADOR	PROBABILIDAD			CLASE DE SOLICITACIÓN
		Mínima	Máxima	Categoría	
Impactos	IM1	0.457	0.627	A	EC2
	IM2	0.850	1.000	MA	EC2
	IM3	0.000	0.150	B	EC5
Desplazamientos Laterales	DL1	0.071	0.084	B	VM6
	DL2	0.117	0.124	M	VM4
	DL3	0.202	0.244	M	VM4
	DL4	0.681	0.730	A	VM3
	DL5	0.201	0.250	M	VM3
	DL6	0.999	1.000	MA	VM2
	DL7	0.209	0.228	M	VM2
	DL8a	0.664	0.956	MA	VM3
	DL8b	0.207	0.231	M	VM3
	DL9	0.422	0.468	A	VM2
	DL10	0.473	0.505	A	VM2
Presiones Laterales	EL4	0.681	0.730	A	PL2
	EL5	0.201	0.250	M	PL2
	EL6	0.999	1.000	MA	PL2
	EL7	0.209	0.228	M	PL2
	EL8a	0.864	0.956	MA	PL3
	EL8b	0.207	0.231	M	PL3

Para efectos del presente concepto se unificaron las categorías Baja con Muy Baja y Alta con Muy Alta, siendo la categorización a utilizar la que se relaciona

CALIFICACIÓN DE AMENAZA:

Toda la zona presenta Amenaza Alta Por Remoción en Masa.



Fotografía 1. Zona de Alta amenaza. La naturaleza del material y la Intervención antrópica negativa producen laderas muy susceptibles a Presentar procesos de remoción en masa.

- Las laderas coluviales colgadas (con gran intervención antrópica) que actualmente tienen procesos de remoción en masa (deslizamientos traslacionales).
- Laderas en suelo residual (con gran intervención antrópica) que presentan en la actualidad deslizamientos de tipo traslacional.
- Zona de influencia por caída de bloques de roca (arenisca) por desconfinamiento, pérdida de cobertura vegetal y erosión diferencial.
- Laderas coluviales de pata, con gran intervención antrópica.
- Laderas de flujos de tierra y/o reptamientos, así como laderas de origen antrópico (rellenos).
- Laderas rocosas (intercalaciones de arcillolita y arenisca) de alta pendiente con dominio estructural.
- Ladera rocosa (arcillolita) en contrapendiente con carcavamiento incipiente.
- Laderas rocosas (arenisca) en contrapendiente con posibilidad de caída de rocas si se remueve la capa vegetal y se produce erosión diferencial.
- Ladera coluvial (colgado) sin intervención antrópica.

6. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La evaluación de la vulnerabilidad se basó en el cálculo del denominado Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), utilizando para tal efecto la metodología propuesta por Leone y modificada por Soler et al.

- Determinación de la solicitación característica para cada vivienda
- Clasificar la tipología de vivienda existente. Esta información se obtuvo de las encuestas realizadas (inventario de Viviendas).
- Calcular los índices de vulnerabilidad física (IVF) para cada unidad de vivienda, dependiendo

del tipo de movimiento, la intensidad de las solicitaciones y las características del elemento expuesto (viviendas).

- Zonificación por Vulnerabilidad Física ante fenómenos de remoción en masa.

6.1 TIPIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Para la determinación de la resistencia del elemento expuesto, se obtuvo la tipificación de las viviendas teniendo en cuenta los criterios de resistencia de la estructura expuestos en la Tabla 7. (Un ejemplo típico de la tipología de las viviendas se ve en la Fotografía 2)

TABLA 7. Criterios de resistencia de las estructuras según el tipo de solicitación.

Tipo de solicitación	Modos de daño	Criterio de resistencia de la estructura
Desplazamientos laterales	Transporte Deformación Asentamientos Ruptura	Profundidad de la cimentación Arriostramiento de la estructura
Empujes laterales	Deformación Ruptura	Altura de la estructura Profundidad de la cimentación Refuerzo
Impactos	Deformación Ruptura	Refuerzo



Fotografía 2. Tipología de las viviendas del desarrollo Nueva Esperanza. La baja resistencia y la intensidad de las solicitaciones las hace altamente vulnerables.

Se tipificaron las viviendas según- el criterio de Leone, el cual se resume en la Tabla 8.

TABLA 8. Clasificación de la tipología de vivienda en el sector

TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
B1	Construcciones de muy mala calidad, sin fundación ni ligazón estructural. En nuestro medio se les denomina tugurios o ranchos.
B2	Construcciones de calidad regular o mala. No tienen refuerzo estructural ni fundación adecuados. Para la zona de estudio, se pueden catalogar dentro de este grupo las casas en mampostería no reforzada o prefabricadas simples.
B3	Construcciones de buena calidad, realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.), de hasta dos niveles.
B4	Construcciones de muy buena calidad, con refuerzo estructural y adecuada cimentación, de más de dos niveles. Es de anotar que, dentro del área de estudio no se encuentran este tipo de estructuras.

6.2 CALIFICACIÓN DE LOS DAÑOS

Para calificar los daños se siguió el criterio del DRM (Délégation aux Risques Majeurs), el cual divide los daños en cinco (5) categorías, tal como se indica en la Tabla 9.

TABLA 9. Clasificación de los daños según el DRM

Índice de daño	Tipo de daño	Porcentaje de daño
I	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada.	0.0 - 0.1
II	Fisuras en paredes (muros). Reparaciones no urgentes.	0.2 - 0.3
III	Deformaciones importantes. Daños en elementos estructurales.	0.4 - 0.6
IV	Fracturación de la estructura. Evacuación inmediata.	0.7 - 0.8
V	Derrumbe parcial o total de la estructura.	0.9 - 1.0

El porcentaje de daño o índice de pérdidas (IP) lo define Leone, como:

$$IP = \frac{(Vi - Vf)}{Vi}$$

Donde,

Vi : Valor inicial del bien (antes del evento).
Vf : Valor final del bien (después del evento).

6.3 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas se determinaron dos índices de daño, a saber: Un Índice de Daño Potencial (IDp) y un Índice de Daño Actual (IDa). Se asocian los Índices de Daños Potenciales (IDp) ocasionados por un evento dado, de acuerdo tanto al tipo de solicitud (magnitud del evento) como a la tipología de la vivienda (resistencia del elemento expuesto); en la Tabla 10 se presenta la matriz de daño utilizada.

TABLA 10. Matriz de daño utilizada en el estudio.

	CLASE DE SOLICITACIÓN	TIPOLOGÍA DE VIVIENDA			
		B1	B2	B3	B4
IMPACTOS	EC1	V	V	V	IV
	EC2	V	V	IV	III
	EC3	V	IV	III	II
	EC4	IV	III	II	I
	EC5	III	II	II	I
DESPLAZAMIENTOS LATERALES	VM1	V	V	V	IV
	VM2	V	V	IV	IV
	VM3	V	IV	III	III
	VM4	IV	III	III	II
	VM5	III	II	I	I
EMPUJES LATERALES	PL1	V	IV	III	III
	PL2	V	IV	III	II
	PL3	IV	III	II	I

Para la cuantificación de los dos índices de daño (IDa y IDp) se utilizó la teoría de los conjuntos difusos, de esta forma se determina el porcentaje de daño o índice de pérdidas (IPa, asociado al IDa; y el IPp, asociado al IDp). Estos porcentajes de pérdidas se presentan en la Tabla 11.

TABLA 11. Valores de Índice de Péridas utilizados para valorar el Índice de Daño

Indice de Daño	Índice de Pérdidas
I	0.00 – 0.15
II	0.15 – 0.35
III	0.35 – 0.65
IV	0.65 – 0.85
V	0.85 – 1.00

Para cada uno de las posibles solicitaciones asociadas a la amenaza (desplazamientos laterales, empujes laterales e impactos), se determinaron las viviendas afectadas determinando su Índice de Vulnerabilidad Física (IVF). Debido a que algunas de las viviendas pueden ser afectadas por más de un tipo de solicitación, se determinó que el IVF total sea el máximo de los tres anteriores, es decir:

$$IVF\ total = max(\ IVF\ desplazamientos, IFV\ empujes, IFV\ impactos\ )$$

La vulnerabilidad se categoriza según el valor de los IVF totales, según se precisa en la Tabla 12.

Se concluye que más del 70% de las viviendas localizadas en el barrio Nueva Esperanza están catalogadas con una vulnerabilidad alta o muy alta ante fenómenos de remoción en masa (caída de rocas o deslizamientos). Esto se debe a que, además de estar en zonas susceptibles a presentar este tipo de fenómenos, ofrecen una baja resistencia ante las posibles solicitaciones (Fotografía 2) tanto por la mala calidad de la construcción (la mayoría de las viviendas son del tipo B1 y B2) como por los daños existentes en ellas.

TABLA 12. Criterios de categorización de la vulnerabilidad de las edificaciones ante fenómenos de remoción en masa

CATEGORÍA VULNERABILIDAD	CRITERIO
MUY ALTA	IVF total ≥ 0.85
ALTA	0.65 ≤ IVF total < 0.85
MEDIA	0.35 ≤ IVF total < 0.65
BAJA	0.15 ≤ IVF total < 0.35
MUY BAJA	IVF total < 0.15

Por todo lo anterior, el barrio se categoriza como de vulnerabilidad global alta.

7. EVALUACIÓN DE RIESGO

Una vez determinado el IVF para cada uno de los lotes (edificaciones), el riesgo se calcula como la multiplicación de la probabilidad de falla por el IVF, o sea:

IR = Pf * IVF

TABLA 13. Criterio de categorización del riesgo de las edificaciones por fenómenos de remoción en masa

CATEGORÍA DEL RIESGO	CRITERIO
MUY ALTA	IR promedio≥ 0.7
ALTA	0.4 ≤ IR promedio< 0.7
MEDIA	0.1 ≤ IR promedio < 0.4
BAJA	0.05 ≤ IR promedio < 0.1
MUY BAJA	IR promedio < 0.05

Con este índice de riesgo se puede determinar las pérdidas económicas directas esperadas al multiplicarlo por el valor de las viviendas.

7.1 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:

- **Zona de Riesgo Alto**

Corresponde a la totalidad de los predios construidos en los desarrollos Nueva Esperanza y Nueva Esperanza Baja.

- **Zona de Riesgo Medio**

Corresponde a los predios donde no se han construido viviendas.

7.2 Para el proceso de legalización, se sugiere denominar como sectores restringidos o

condicionados no sólo aquellos que presenten alto riesgo sino también los de alta amenaza por remoción en masa, que constituye un riesgo potencial y que debe destinarse para zona verde o de recreación pasiva.

7.3 Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE no considera factible la legalización del barrio.

7.4 Los predios identificados como de alto riesgo por remoción en masa se relacionan en el cuadro y mapa anexos.

8. RECOMENDACIONES

Es necesario adelantar un programa de reducción de riesgo que incluya las siguientes actividades:

- Programa de reubicación de las familias ubicadas en las zonas de alto riesgo no mitigable, e incorporar los predios como suelos de protección por riesgo.
- Evitar la construcción de nuevas viviendas.
- Prohibir la remoción de la cobertura vegetal.
- Preservar ambientalmente la zona (con proyectos como el **"Parque Entre nubes"**)
- Implementar campañas de reforestación y revegetalización de zonas erosionadas, bien sea mediante empradización o arborización
- Recuperar la ronda de la quebrada La Guarita y realizar el manejo integral.
- Adelantar acciones para impedir que se continué con la ocupación ilegal de la zona y la reocupación de predios, adelantando acciones como: señalización, aislamiento mediante mallas de cerramiento, siembra de especies vegetales de naturaleza arbórea, construcción de senderos, obras en concreto, parques, escenarios deportivos.
- Realizar proceso de recuperación de los predios que han sido adquiridos por el Distrito en antiguos programas de reubicación.
- Vigilar y coordinar con las autoridades distritales competentes para que estas áreas no sean ocupadas o invadidas.

9. OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto se realizaron para la legalización del barrio y están basados en los resultados del estudio mencionado y en las observaciones realizadas durante las visitas al barrio. Si por alguna circunstancia las condiciones aquí descritas y que sirvieron de base para establecer las zonas y recomendaciones son modificadas, se deberá realizar los ajustes y modificaciones que sean del caso.

El concepto es de carácter temporal, ya que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y este es dinámico y muy sensible al cambio, adicional a lo anterior en algunos sectores los procesos de urbanismo enmascara, los posibles procesos de remoción en masa.

Con la información disponible, se indican en el plano los predios identificados como reubicados, algunos ubicados de manera aproximada en el plano base para el desarrollo de este concepto, por tanto es necesario, entrar a revisar la propiedad o posesión de los predios ubicados sobre posibles zonas reubicadas.

Secretaria
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

10. ANEXOS

- Plano de loteo del barrio Nueva Esperanza, a escala 1:1000 con la identificación y delimitación de zonas de amenaza y riesgo.

LUIS JAIRO PÉREZ B.
Ing. Analista en Riesgos
M.P. 15223 51524 BYC

DORIS SUAZA ESPAÑOL
Geól. Esp. en Evaluación de Riesgos
MP 1550 CPG

Vo. Bo. JAVIER PAVA SÁNCHEZ
Coordinador Análisis de Riesgos

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

RELACIÓN DE PREDIOS EN ALTO RIESGO

MANZANA	PREDIOS
1	1, 3
2	4, 7, 8, 9, 10, 11
3	1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 20
4	3, 5, 6A, 6B, 7, 20
5	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 15
6	3, 7, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 29, 31
7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 24
8	1, 2, 6, 9, 11
9	5, 6, 8, 9, 10, 14, 16
10	1, 1B, 2, 3, 4, 6, 9, 11
11	1, 2, 3
12	1, 2, 3
13	2, 3, 8
14	2, 18
15	19
16	4, 6
17	3, 6, 10
19	1, 3, 6, 7, 8
21	2
22	1, 4
23	1, 2, 3, 4, 6
24	3, 5, 7, 8, 9, 10
25	1, 2, 3, 4, 9, 10, 13, 14, 18
26	4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
27	2, 5, 6, 7, 10, 11, 12
28	2, 4
29	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
30	3, 4, 5, 6, 8, 10
31	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
32	2, 3, 5, 8, 10, 11
33	3, 4
34	2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13
35	1, 2, 3, 4
36	1, 2, 3, 5, 9, 12
38	17
39	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10
40	2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12
41	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10
42	2, 5, 7, 8
43	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
44	1, 3, 4, 5, 6
45	2, 3, 4
46	1A, 1B, 2, 2A, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 19A
47	1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11
48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8A, 8B, 9, 10
49	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12
50	1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12
51	1, 2A, 2B, 3, 4, 5, 6, 7

Diagonal 47 No. 77B-09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax 4109014 Bogotá D.C.

Secretaria
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

52	4, 5, 6, 7
53	1, 2, 5, 6
54	1, 2, 3, 4, 7A, 7B, 8
55	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
56	2
57	1, 2
58	1, 5, 7
59	3, 4, 5, 6, 9A, 9B, 12, 13
60	1, 2, 3
61	1, 3, 4, 5, 6, 8
62	1, 2, 3, 4
63	1, 2, 5, 6
64	3, 4, 5
65	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
66	3, 4, 6, 8, 9, 10
67	1, 5A, 5B
68	1, 2, 3, 6, 7A, 7B, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19A, 19B, 20, 21, 22, 23, 25, 26
69	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14A, 14B, 15, 16, 17A, 17B, 18, 19, 20, 21, 22A, 22B, 23, 24, 25, 26, 28, 29
70	2, 3, 4, 5
72	1
73	2, 5, 6, 9
74	2
75	1, 2, 3A, 3B
76	2, 3, 4, 5
77	1A, 1B, 1C, 4, 5, 6, 7A
78	Esc. 2, 2, 3, 4, 5
79	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11
80	6, 8, 10A, 10B
81	1, 3, 4, 6, 6A
82	2, 5, 10, 12
83	1A, 1B, 2, 3, 5, 6
84	1, 2A, 2B, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9A, 9B, 10, 11, 12, 14, 14A, 15A, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
85	1, 2, 3, 4, 6, 7A, 7B, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17
86	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
87	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11B
88	1, 2, 2A, 4B, 4C
89	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
90	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
91	2, 3, 4, 6, 8, 9, 10
92	1, 2
NUEVA ESPERANZA BAJA	
Mz. C	7, 9
D	8, 9, 11, 12, 13, 14
E	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
F	1, 3, 4, 5, 6, 9
G	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10
H	1A, 2, 4, 5, 5A, 6, 6A, 7, 8, 9, 10
I	1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 22, 23, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38
J	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
K	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
L	1, 2, 4, 5, 10, 11, 12
M	1A, 1B, 1C, 2, 5, 6, 9, 10, 11

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

N	1, 2, 3, 5B, 7, 10, 12
Ñ	1, 4, 5, 8
O	4
P´	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Q	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
R	1, 2
R´	1, 2
S	6, 7, 8
T	5, 6
U	2, 3, 4, 8, 9
X	2, 5, 6
Y	3, 6
D1	1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13
E1	2, 3, 4, 8, 10
F1	1, 12, 14, 15, 16, 17, 18
G1	1, 4, 11, 12
H1	1, 2, 6
I1	1
J1	1, 4, 5, 6
K1	1, 2, 3, 5
L1	1, 3, 4, 6, 9, 10, 11
M1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
N1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Ñ1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
O1	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23
P1	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12
Q1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14
Q2	1, 2, 3