



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR SANTA FE DE BOGOTÁ

000001

DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

AREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CONCEPTO TÉCNICO No 3281

ENTIDAD SOLICITANTE: D.A.P.D.
OBJETIVO: PROGRAMA DE LEGALIZACIÓN DE BARRIOS
LOCALIDAD: CIUDAD BOLÍVAR
BARRIO: Santo Domingo
TIPO DE RIESGO: Por remoción en masa tipo deslizamiento
FECHA DE EMISIÓN: 2 de Junio de 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 1.994, por el cual se establece que la OPES debe emitir conceptos para evitar la urbanización en zonas de alto riesgo, esta entidad adelantó el estudio denominado "Zonificación de riesgo por remoción en masa en diferentes localidades del Distrito Capital", en el cual se encuentra incluida la Localidad de Ciudad Bolívar.

Adicionalmente se realizó el estudio específico "Estudio geotécnico, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar la Cuenca de la Quebrada La Carbonera – Localidad de Ciudad Bolívar". Con base en dichos estudios se elaboró el presente concepto, donde se establece el nivel de riesgo actual del barrio Santo Domingo.

De igual manera, la Dirección adelanta el "Diseño e instalación de la instrumentación para el monitoreo y seguimiento del deslizamiento en la cuenca de la Quebrada La Carbonera de la Localidad Ciudad Bolívar, con la firma Ingemétrica Ltda, por medio del Contrato No. CCS-547/99 que inició en el mes de diciembre de 1999 y con una duración de ocho (8) meses. Este monitoreo realiza un seguimiento a la problemática existente en la zona permitiendo tomar acciones de prevención adecuadas por parte de la Dirección.

2. DESCRIPCIÓN

2.1. LOCALIZACIÓN

La Localidad de Ciudad Bolívar está ubicada en la parte Suroccidental de Santa Fe de Bogotá, entre el Río Tunjuelito y el límite Distrital, con un sector montañoso correspondiente a los Cerros Orientales y un sector plano correspondiente a la sabana propiamente dicha.



000002

Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR SANTA FE DE BOGOTÁ

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

El barrio Santo Domingo se ubica en la zona noroccidental de esta localidad, en la parte alta de la ladera que conforma la Cuenca de la Quebrada La Carbonera, hacia el sector noroccidental, aproximadamente entre las siguientes coordenadas (Ver Plano de Loteo anexo):

Norte: 97.890 a 98.350
Este: 88.650 a 89.250

Para la elaboración del concepto se empleó la base cartográfica del barrio Santo Domingo, escala 1:500 suministrada por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital. Cabe destacar que en lo concerniente a predios la base cartográfica no se ajusta a las condiciones urbanísticas actuales.

2.2. ANTECEDENTES

El sector comprendido entre las quebradas La Carbonera y Rosales, ha sido afectado por problemas de inestabilidad asociados con el desarrollo de explotación de canteras. En 1971 se registraron evidencias de los efectos de la actividad minera como son la erosión lateral en ambas márgenes de la quebrada La Carbonera y se destaca la existencia de un escarpe asociado a una corona de un antiguo deslizamiento. En la antigua explotación se extrajo material pétreo de la parte baja de la Formación Guaduas, resultando una depresión que fue posteriormente urbanizada.

En 1976 se observó actividad de un deslizamiento con escarpe semicircular que comprende desde la quebrada La Carbonera hasta una quebrada intermedia entre ésta última y la quebrada Rosales; hacia mayo de 1987 se identificó un deslizamiento retrogresivo de mayor actividad en el lado suroriental del bloque general, correspondiente al sector de Vista Hermosa, localizado en la parte baja de la ladera, al suroriente del barrio Santo Domingo.

2.3. GEOLOGÍA

El barrio Santo Domingo se localiza en la parte alta de la ladera, en el sector noroccidental de la Cuenca de la Quebrada La Carbonera. En el extremo suroccidental, hacia la divisoria de aguas, aflora la parte superior del Grupo Guadalupe – Formación Arenisca Tierna (Ksgt), que en esta parte se compone de capas gruesas a medias de cuarzoarenitas bien cementadas, de tamaño de grano medio a grueso con laminación interna cruzada y ondulitas. Ladera abajo aflora la Formación Guaduas (KTg) conformando una pendiente estructural en las intercalaciones de arenitas y arcillolitas de su conjunto inferior (Ktgi), ahora afectado por deslizamientos activos, surcos de erosión y cárcavas.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR SANTA FE DE BOGOTÁ

000003

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Localmente se presenta un depósito cuaternario de tipo fluvio glacial, caracterizado por una mezcla de materiales irregulares donde predominan los bloques grandes angulares de restos del Grupo Guadalupe, inmersos en una matriz areno-limosa. En el barrio Santo Domingo, el depósito se encuentra cubriendo parcialmente la arcillolitas del conjunto inferior de la Formación Guaduas (Ktgi) en la zona correspondiente a los predios de las manzanas 26 a 28, 35, 36, 43 a 46 y 52 a 54.

Estructuralmente el barrio Santo Domingo, al igual que los barrios ubicados en la Cuenca de la Carbonera, se localiza en el cierre de un gran pliegue anticlinal, llamado el anticlinal de Piedra Parada, el cual se extiende en dirección suroeste hacia la laguna de Los Colorados.

En la zona de estudio se definieron dos lineamientos de fallas principales en el sentido SW-NE, con evidencias de intenso diaclasamiento, observadas en las laderas de las quebradas La Carbonera y Rosales.

2.4. HIDROGEOLOGÍA

En los sondeos realizados durante el estudio, los cuales se ejecutaron principalmente en zonas inestables, se determinó un nivel freático variable entre 2.10 y 4.20 m a partir de la superficie. Considerando que el Grupo Guadalupe presenta un gran espesor, superior a los 100 metros, el nivel freático permanente de esta unidad debe presentarse a gran profundidad; por lo tanto, se deduce que el nivel observado en los sondeos corresponde a agua infiltrada proveniente de la precipitación, fugas de agua potable o de la descarga de aguas negras.

2.5. GEOMORFOLOGÍA

El barrio Santo Domingo se ubica en la parte alta de una ladera que conforma la pendiente estructural, en la cual las rocas presentan rumbo e inclinación predominante hacia el noreste. La antigua excavación ha dejado como resultado el destape de la pendiente estructural afectada local y perimetralmente por movimientos en masa.

La pendiente estructural está afectada por la escorrentía superficial que produce erosión laminar sobre toda la zona y surcos incipientes de erosión. Los depósitos de ladera están afectados principalmente por la presencia de aguas negras en superficie que contaminan y saturan la masa del depósito y por las fugas de agua en conducciones de mangueras de caucho y polivinilo fisuradas y mal acopladas.

**DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCION DE EMERGENCIAS****2.6. VEGETACIÓN**

El bosque natural ha sufrido un intenso proceso de deforestación; la capa orgánica superficial de los suelos ha desaparecido y se encuentra el material parental en la superficie, con características desfavorables para la colonización vegetal: suelos con baja fertilidad y sin estructura.

2.7. FACTOR ANTRÓPICO

La influencia de la actividad antrópica en la cuenca de La Carbonera es clave en la generación de condiciones geotécnicas inestables. Inicialmente, la explotación a cielo abierto de los materiales en forma indiscriminada y sin manejo ambiental, principalmente en la parte baja de la ladera, dejó sin soporte los materiales ubicados en la parte alta y ocasionó la exposición de los estratos a la acción erosiva de aguas lluvias y escorrentía.

Posteriormente se presentó la construcción de viviendas sin una infraestructura de servicios públicos, los habitantes instalaron mangueras de caucho o polivinilo para la conducción de agua potable y descargan las aguas de desecho por tuberías hacia los cauces naturales; esta conducción superficial de las aguas ocasiona una continua infiltración en la cobertura superficial de suelo y depósitos, alcanzando a llegar a la parte baja de las limolitas de la Formación Guaduas Inferior.

Los suelos son moderadamente profundos, con drenaje interno regular, con erosión laminar en grado severo, presencia de surcos, cárcavas de diversos tamaños, desprendimientos, excavaciones y rellenos producto de la intensa actividad antrópica, con alta deforestación, mal manejo de aguas lluvias y residuales, que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa.

2.8. FENÓMENOS DE INESTABILIDAD EXISTENTES

El barrio Santo Domingo se encuentra en una ladera en la que se presentan fenómenos de remoción en masa y erosión que tienen diversas causas, como son la pérdida de soporte por la remoción de materiales en la parte inferior debido a la explotación de canteras, el carácter muy erosionable de la mayoría de los materiales que se encuentran en superficie, la pendiente topográfica y el buzamiento promedio general que son favorables al movimiento, la acción del agua por saturación y ablandamiento de suelos arcillosos y carbonosos y el desarrollo urbanístico no controlado. En el estudio específico mencionado en el numeral 1, se sectoriza el barrio en función de las tasas de movimiento evidenciadas, a saber:



DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

- Zona E: Zona amplia que se extiende hasta el cauce de la quebrada Rosales; se encuentra en reptamiento con daños menores a inexistentes en casas y calles. Abarca las manzanas 34, 42 a 45, 50 a 54 y 61 a 66. Se destaca la subzona comprendida por la manzana 60 donde el movimiento avanza a flujo de tierras muy lento, con pata sobre la faja de terreno ocupada por el canal transversal en tierra ubicado al oriente.
- Zona F: Consiste en un sector amplio en el centro del barrio, con evidencias de deslizamientos antiguos que ocasionaron acumulación de materiales en su tercio inferior y empujaron la quebrada Rosales hacia su margen izquierda; sin embargo, en la actualidad no tiene manifestaciones notorias ni produce daños. En la parte inferior del flanco izquierdo se distinguen dos subzonas en flujo de tierras, la primera se mantiene activa por la acción socavante de la quebrada Rosales y abarca las manzanas 35 a 37, 39, 41, 47, 48, 56 y 57; la segunda subzona se caracteriza por la presencia de nacimientos de agua y comprende las manzanas 46, 55 y el extremo oriental de las manzanas 56 y 57.
- Zonas G y H: Corresponden a casos menores que se encuentran sobre las márgenes de la quebrada Rosales; no presentan evidencias importantes de daño aunque es notorio el arrastre local por acción de la quebrada durante lluvias importantes.

3. ANÁLISIS DE AMENAZA

Con base en la metodología para estudio de riesgo por fenómenos de remoción en masa, planteada por Cantillo (1998), se realizó una identificación y caracterización espacial y temporal de la amenaza a partir de mapas de susceptibilidad general teniendo en cuenta varios factores intrínsecos y detonantes, como son relieve, tipo de materiales, lluvias, sismos, influencia de la actividad antrópica y procesos degradacionales existentes, tanto activos como potenciales, estableciendo una clasificación de las zonas inestables en función de la tasa de movimiento.

La información se procesó con el sistema de información geográfica SPANS para obtener un mapa de amenaza, en el cual se asignaron los siguientes pesos a cada uno de los factores:

FACTOR	PESO
Procesos degradacionales existentes	30%
Susceptibilidad ante sismos	15%
Susceptibilidad ante lluvias	15%
Relieve	10%
Tipo de materiales	10%
Susceptibilidad ante erosión	10%
Susceptibilidad por efectos antrópicos	10%



000006

Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR SANTA FE DE BOGOTA

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Teniendo en cuenta que el sistema de información geográfica emplea una calificación de la amenaza variable de 0 a 50, se establecieron tres niveles de amenaza con base en la curva de distribución de calificaciones de amenaza:

Categoría Amenaza	Descripción
Alta	Zonas con procesos de inestabilidad existentes o potenciales.
Media	Zonas con menos densidad de ocupación y zonas donde los rellenos superficiales son de espesor inferior a 2.0 m.
Baja	Zonas con pendiente suave y cubiertas con depósitos de poco espesor y que no han sido afectadas por procesos de inestabilidad.

Las aguas lluvias y negras provenientes de la parte alta de la ladera son evacuadas hacia la quebrada Rosales a través de un canal de 270 m de longitud, ubicado al oriente del barrio Santo Domingo; este canal está construido en terreno natural y no cuenta con ningún tipo de revestimiento, por lo que presenta evidencias de socavación en sus márgenes, quitándole soporte al material existente ladera arriba. De igual manera, el flujo de agua en la quebrada Rosales ejerce una acción de socavación permanente sobre las márgenes, lo cual mantiene activos los desplazamientos evidenciados en el terreno.

De acuerdo con los procesos de inestabilidad existentes y las características presentadas anteriormente, se considera que los siguientes predios están en alta amenaza por fenómenos de remoción en masa en el barrio Santo Domingo:

MANZANA	PREDIOS	MANZANA	PREDIOS
30	17, 18, 19 y 20	58	1, 3 a 12, 14 a 21 y 23
31	17, 18, 19, 20, 21 y 22	59	1, 2, 4, 5, 7 a 16, 18, 20 y 21
38	19, 20, 21, 22	60	1 a 6, 9 a 18 y 20
40	9 y 10	61	1 a 11 y 13 a 18
41	12 y 13	62	1, 3 a 10 y 11 a 16
48	12	63	2 a 8 y 10 a 14
49	1, 2, 33 y 34	64	2, 3, 4 y 6 a 12
50	1 y 31	65	1 a 4 y 5A a 11
57	1 a 11 y 13 a 26	66	1, 2 y 4 a 9



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR SANTA FE DE BOGOTÁ

000007

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Para el análisis de vulnerabilidad se aplicó la metodología planteada por Soler et al (1999) tomando como base los siguientes aspectos:

4.1. Vulnerabilidad Social

Se tuvieron en cuenta aspectos como la proximidad geográfica a la amenaza, el modo de vida relacionado con la posición y status en la sociedad, la capacidad de la población para protegerse a sí misma del daño y la protección social en términos de suministro de recursos y conocimiento técnico para implementar medidas de mitigación.

4.2. Vulnerabilidad Física

Se realizó una tipificación de las viviendas con base en los criterios de Leone (1996) y una calificación de los daños producidos en las viviendas por fenómenos de remoción en masa.

4.3. Solicitaciones de la amenaza

El tipo de fenómeno más probable que puede afectar los objetos vulnerables lo constituye el deslizamiento traslacional, aunque algunas zonas con depósitos de espesor importante han presentado deslizamientos de tipo rotacional; eventualmente pueden presentarse problemas de caídas de bloques rocosos y de detritos. Estos tipos de fenómenos pueden tener carácter local o generalizado. Los daños que pueden sufrir las viviendas se relacionan principalmente con desplazamientos verticales y laterales, presiones laterales y eventualmente con impactos.

Las intensidades de los tipos de solicitaciones se asocian con el espesor de los depósitos hasta el nivel de roca y la velocidad de movimiento de los procesos de inestabilidad; esta información se utilizó para la elaboración de dos matrices de vulnerabilidad relativa, que sirvieron de base para la obtención del mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa.

La mayor parte de las viviendas tiene una edad de construcción entre 1 y 3 años. El tipo de sistema estructural más común es el sistema de construcciones en material de recuperación (53%), seguido por sistema mixto de concreto y mampostería (32%). Predomina la estructura de techo en madera con cubierta en zinc.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR SANTA FE DE BOGOTA

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

La totalidad de la población cuenta con servicio de agua potable, que toman de la tubería de conducción del acueducto y la distribuyen mediante redes construidas por la comunidad. El barrio cuenta con un sistema de alcantarillado que alcanza un cubrimiento del 73% de la población; el sistema de recolección de aguas lluvias consiste en la construcción de zanjas en tierra que descargan en las tuberías de aguas negras.

El 32% de las viviendas del barrio cuentan con servicio de energía y el 56% dispone de servicio telefónico. La totalidad de las viviendas carece de servicio de gas y red vial pavimentada.

Con base en el análisis de tipología y nivel de daño observado en las viviendas, asociado con dos criterios de intensidad (espesor de relleno en la zona y velocidad de movimiento), se establece que la vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa en el barrio Santo Domingo varía de media a baja; se considera que presentan baja vulnerabilidad los lotes vacíos, mientras que los predios construidos presentan una vulnerabilidad media.

5. GRADO DE RIESGO

Para la evaluación del riesgo se tomaron como base los mapas de amenaza y vulnerabilidad, los cuales se multiplicaron con la herramienta SIG SPANS, definiendo la siguiente matriz para el riesgo:

VULNERABILIDAD	AMENAZA		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

El mapa de riesgo resultó de la ponderación entre el análisis matricial mencionado y combinación de los mapas fuente en los que se establecieron tres categorías en cada uno. En general se definieron tres niveles de riesgo:



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR SANTA FE DE BOGOTA

000009

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CATEGORÍA DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN
Bajo	Franja cercana a la divisoria de aguas, donde aflora la Formación Guadalupe.
Medio	Abarca zonas de vías, laderas donde no ha ocurrido intervención humana y las manzanas con menor densidad de ocupación.
Alto	Incluye toda la zona de construcciones. Zona levantada sobre múltiples procesos de inestabilidad y que por diversos factores se encuentra en estabilidad marginal.

Como resultado del proceso metodológico realizado se concluye:

- 5.1. Presentan alto riesgo no mitigable por fenómenos de remoción en masa los siguientes predios del barrio Santo Domingo:

MANZANA	PREDIOS	MANZANA	PREDIOS
41	10 y 11	61	12
48	11	62	2 y 10A
57	12	63	1 y 9
58	2, 13 y 22	64	1 y 5
59	3, 6, 17 y 19	65	5
60	7, 8 y 19	66	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.

- 5.2. 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 recomienda establecer los requerimientos técnicos básicos que deben cumplir las construcciones nuevas en el barrio, con el fin de asegurar que los nuevos desarrollos habitacionales que se generen en los predios actualmente vacíos no constituyan una fuente de inestabilidad en la zona.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR SANTA FE DE BOGOTÁ

000010

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

- 5.3. Para los demás sectores del barrio el riesgo es medio por fenómenos de remoción en masa.
- 5.4. Desde el punto de vista de riesgo por remoción en masa, la DPAE considera factible la legalización del desarrollo.

6. MITIGABILIDAD

Se recomienda:

- Reconformar el cauce de la quebrada Rosales y del canal localizado al oriente del barrio, protegiendo las márgenes para evitar su socavación.
- Acometer la reparación y programar el mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado existentes, para evitar fugas que favorezcan la infiltración de agua en el terreno natural. De igual manera, se requiere complementar la construcción de la red de alcantarillado para asegurar el cubrimiento total del barrio y construir la infraestructura necesaria para el manejo de aguas de escorrentía..
- Implementar programas de mejoramiento de la calidad de las construcciones existentes, esto reduce la vulnerabilidad física de las edificaciones ante los fenómenos evidenciados en la zona.
- Adelantar medidas de protección y control, tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico en las áreas donde la acción antrópica podría generar condiciones favorables para los movimientos de masa. Estas medidas contemplan obras de control de erosión, de protección de cauces y rondas y de recuperación morfológica de cortes.

7. OBSERVACIONES

El presente concepto técnico está basado en el estudio específico denominado "Estudio geotécnico, alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabiliza la Cuenca de la Quebrada La Carbonera en la Localidad de Ciudad Bolívar" contratado con la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda, realizado bajo el contrato de consultoría UPES-IGL G-800-101/98 y en observaciones de los profesionales del Área de Análisis de Riesgos de la DPAE.



000011

Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR SANTA FE DE BOGOTÁ

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

8. ANEXOS

Plano de Loteo del barrio Santo Domingo.

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

Diana Arévalo S.
DIANA PATRICIA ARÉVALO S.
Ingeniera Civil
M.P. No. 25202-54965 CND

Javier Pava Sanchez

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