ESTUDIO DE RIESGOS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS MEDIDAS RECOMENDADAS EN EL BARRIO BELLA FLOR, UBICADO EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, EN BOGOTÁ D.C.

CONSORCIO GEOCONTROL
(Conformado por GEOCING LIMITADA y el Ing. FLAVIO SOLER)

CONSULTORIA

CONTRATO: No. 552 de 2005



FONDO PARA PREVENCIÓN Y ATENCION DE EMERGENCIAS - FOPAE

BOGOTA 31 MARZO 2006

CONTENIDO GENERAL

iNTRODUCCIÓN 3

1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO 3

2. TOPOGRAFÍA 5

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 5

3.1. Exploración del subsuelo 5

4. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA 5

5. CONCLUSIONES 6

6. RECOMENDACIONES 11

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Zonas Geotécnicas 6
Tabla 2. Costo global de las obras propuestas 12
Tabla 3. Viviendas en alto riesgo luego de las obras de mitigación. 12

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto 4

Figura 2. Porcentaje de amenaza en área sin obras (área total 4.39 Ha) 8

Figura 3. Tipología de viviendas en porcentaje (162 predios) 8

Figura 4. Amenaza actual 9

Figura 5. Porcentajes de vulnerabilidad de las viviendas sin obras (162 predios) 10

Figura 6. Porcentajes de riesgo de las viviendas con obras (162 predios) 11

iNTRODUCCIÓN

El proyecto "Análisis y Evaluación de Riesgos Socio–naturales y Tecnológicos en el Distrito Capital" hace parte del plan de inversión del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias "FOPAE" cuya administración está a cargo de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias "DPAE" dependencia de la Secretaría de Gobierno.

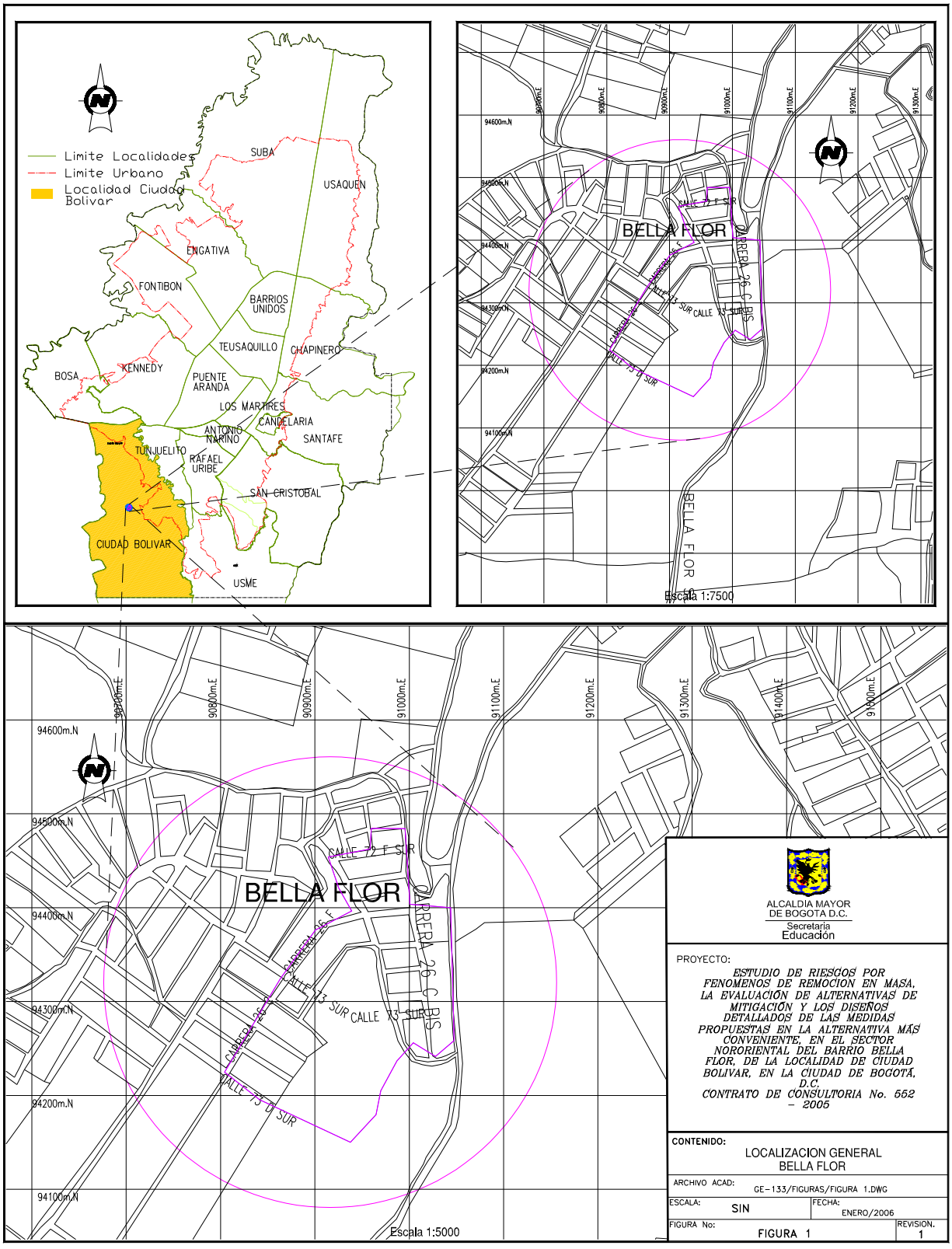
En las metas del proyecto se encuentra el "Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, la evaluación de alternativas de mitigación y los diseños detallados de las medidas propuestas en la alternativa más conveniente, en el sector nororiental del barrio Bella Flor, de la Localidad de Ciudad Bolívar, en la ciudad de Bogotá, D.C", dentro del Componente 1, que corresponde a la elaboración de estudios de evaluación de riesgos de origen socio–natural y tecnológico.

En desarrollo del Contrato de Consultoría No. 552 de 2005, suscrito entre el FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE BOGOTÁ – FOPAE y el CONSORCIO GEOCONTROL, conformado por GEOCING LIMITADA y el Ing. FLAVIO SOLER, cuyo objeto es el "Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las medidas recomendadas en el barrio Bella Flor, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C.", se presenta este informe el cual contiene el resumen de los trabajos realizados, y las conclusiones y recomendaciones del caso.

1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio hace parte del barrio Bella Flor, de la localidad de Ciudad Bolívar. El área seleccionada es de forma irregular, de aproximadamente 3,8 Ha. Está limitada por el occidente por la carrera 26 F, por el norte por las calles 72F Sur, 72D Bis A Sur y 72 G Bis Sur, por el oriente por la quebrada Limas y por el sur por la calle 73 C Bis A Sur, por el talud de una cantera que limita morfológicamente el barrio y la calle 73 A Sur.

Figura 1. Localización general del proyecto



2. TOPOGRAFÍA

Como base para la zonificación, se debe conocer la topografía del sector incluyendo curvas de nivel y los detalles de la urbanización; dado el detalle del trabajo, este levantamiento se hizo al detalle de escala 1:500 (curvas de nivel cada 0.5 m), obteniendo la división de las manzanas a nivel loteo. Para realizar el levantamiento, se procedió a realizar:

- Amarre de coordenadas reales utilizando el punto CD-608-A con señal azimut a Monserrate Iglesia
- Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
- Levantamiento topográfico detallado del sitio con: postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, vías, paramentos, cercas, y demás detalles.
- Generación de curvas de nivel cada 0.5

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

3.1. Exploración del subsuelo

Para determinar las características del suelo del área de estudio, se llevo a cabo el siguiente programa de exploración del subsuelo en forma directa:

- Seis (6) apiques (AP-1 a AP-6) con profundidades de hasta 1.5 m,
- Una (1) trinchera (TR-1) y
- Ocho (8) sondeos mecánicos (SM-1 a SM-8) con profundidades entre los 4,5 m y los 6,0 m.

4. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Con base en el reconocimiento de campo, el modelo geológico y geomorfológico de la zona, y los resultados del programa de investigación del subsuelo, se distinguen tres (3) grandes zonas geotécnicas con las siguientes características:

Tabla 1 Zonas Geotécnicas

ZONA GEOTECNICA	DESCRIPCION
ZG-1	Corresponde a la mitad sur-occidental del área de estudio, la cual se encuentra emplazada en la parte alta del cerro y se caracteriza por presentar una topografía de pendientes suaves a moderadas, en donde se encuentran vías de acceso vehiculares sin pavimento y casas de diferente calidad de construcción que comprenden desde edificaciones de uno y dos pisos, en ladrillo, emplazadas sobre cimientos de piedra pegada, hasta edificaciones de muy baja calidad de construcción conformadas por latas y palafitos emplazadas directamente sobre el terreno natural.
ZG-2	La parte media corresponde a una franja de terreno de alta pendiente que limita por el sur-occidente con la zona geotécnica ZG-1, y por el nor-oriente con la vía de acceso al Barrio Bella Flor (zona geotécnica ZG-3).
ZG-3	Finalmente se define la parte baja del barrio que está delimitada por el nor-oriente por la vía de acceso al Barrio el Paraíso, la cual se prolonga muy cerca de la margen derecha de la quebrada Limas y por el sur-occidente por la vía de acceso al barrio Bella Flor. En la parte sur-oriental de este corredor se encuentra en depósito fluvio-coluvial espeso cubierto por una capa delgada de suelo limoarenoso también de tipo coluvial, el cual es altamente susceptible al deslizamiento. En esta zona las casas están emplazadas sobre plataformas escalonadas, contrario a lo que ocurre en la zona media, definidas por taludes de corte de altura considerable del orden de 2 a 5 m sobre el coluvión; éstos taludes están confinados lateralmente por muros de piedra, gaviones de la vía o inclusive algunos de estos cortes no presentá ningún tipo de contención.

5. CONCLUSIONES

La zona de estudio hace parte del barrio Bella Flor, de la localidad de Ciudad Bolívar. El área seleccionada es de forma irregular, de aproximadamente 3,8 Ha. Está limitada por el occidente por la carrera 26 F, por el norte por las calles 72F Sur, 72D Bis A Sur y 72 G Bis Sur, por el oriente por la quebrada Limas y por el sur por la calle 73 C Bis A Sur, por el talud de una cantera que limita morfológicamente el barrio y la calle 73 A Sur.

El barrio Bella Flor se desarrolló de forma irregular sobre terrenos dejados por la explotación de antiguas canteras. La parte baja del barrio, está en la llanura de inundación de la margen izquierda de la quebrada Limas y a partir de allí se accede a la parte alta del barrio mediante una carretera sin pavimentar, angosta y de alta pendiente.

En este sector de la ciudad, sobre la cuenca de la quebrada Limas, se exponen las rocas del Cretáceo Superior correspondiente a las Formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna, y la Formación Guaduas del Cretáceo Superior y Terciario Inferior. Estas unidades litológicas forman parte del flanco oriental de una estructura

anticlinal cuyo eje se localiza sobre la quebrada Limas, y ha sido muy deformada por efectos tectónicos. Las unidades estratigráficas del grupo Guadalupe, se encuentran parcialmente cubiertas por depósitos de origen coluvial y fluvio-glaciar. En los valles de los principales ríos se exponen suelos de origen aluvial y rellenos antrópicos en los sectores intervenidos por el proceso urbanístico de la ciudad.

Estas unidades litológicas, en su mayor parte se encuentran altamente meteorizadas dando lugar a suelos residuales, en donde en ocasiones es imposible identificar la textura de la roca original pero el horizonte de roca meteorizada y fracturada se asocia directamente con la acción periglaciar; con la presencia de bloques superficiales aislados. En el límite sur de la cantera Borda, este horizonte exhibe un espesor de aproximadamente 8 m sobre una ladera estructural, donde se observa, en la base del horizonte de roca meteorizada, una superficie de movimiento, tipo creep, propio de ambientes periglaciares. Sobre el talud de la cantera se midieron espesores que varían entre los 10 y 12 m.

Con base en la morfología de la zona, su geología y condiciones geotécnicas se pudo diferenciar cuatro grandes zonas geotécnicas, así:

Zona Geotécnica ZG-1: Se localiza en el costado sur-oriental y abarca la parte alta del barrio en una zona de baja pendiente (mayor a 30 grados), en donde se encuentra una capa delgada de limo orgánico con gravas, seguido por rocas meteorizadas de la Formación Arenisca de Labor. En esta zona se encontraron problemas con el manejo de aguas residuales que saturan una parte del terreno e invaden zonas de alta pendiente. Por el costado sur-oriental se encuentra una cantera (zonas 1B y 1C), en donde existe la probabilidad de una falla profunda controlada por una veta de arcillolitas que aflora en la parte baja del talud.

Zona geotécnica ZG-2: Corresponde a una zona de alta pendiente (mayor a 30 grados) localizada en la parte media del barrio, donde existe la posibilidad de desprendimientos superficiales y flujos de suelos, que pueden invadir la parte baja del barrio (zona 3); estos desprendimientos pueden ser detonados por aguas residuales y superficiales que se vierten desde la parte alta (interfase de la zona 1 y 2).

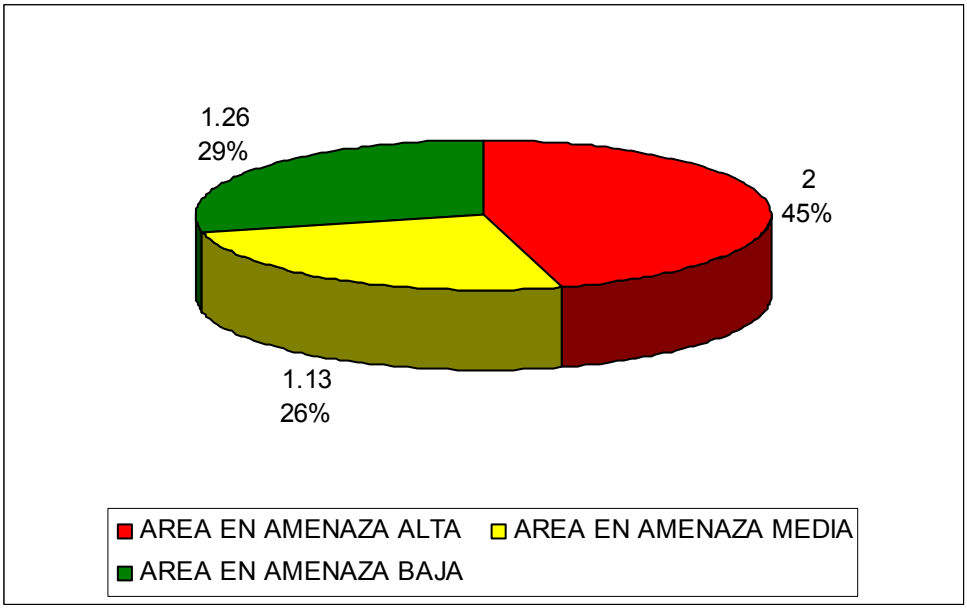
En las zonas ZG-2B y ZG-2C las casas se encuentran cimentadas en plataformas escalonadas conformadas por rellenos, las cuales son altamente susceptibles a la inestabilidad.

Zona geotécnica ZG-3: Corresponde a la parte baja del barrio en donde se encuentra un depósito aluvio-coluvial espeso, cubierto por una capa de limo arenoso suelto y rellenos; en esta zona existe una amenaza por falla locales de relleno y suelo, que han generado y pueden ocasionar daños locales sobre las viviendas.

Zona geotécnica ZG-4: Se trata de la parte baja adyacente a la quebrada Limas que corresponde a la ronda de inundación de este cauce natural; allí se encuentran dos casas que deben ser desalojadas y que estan en el proceso de reubicación según concepto técnico No 3746 de 2002 de DPAE.

De acuerdo con los análisis de estabilidad del área en cada una de las secciones geotécnicas mencionadas anteriormente se estableció que la amenaza por fenómenos de remoción en masa en la zona está distribuida como se indica en la siguiente figura y en el mapa de amenaza:

Figura 2. Porcentaje de amenaza en área sin obras (área total 4.39 Ha)



Las viviendas en el área de estudio están caracterizadas por deficiencias en los procesos constructivos (más del 70%) y solo el 6% de las edificaciones evidencian procesos constructivos y estructuras aceptables, tal y como se puede observar en la siguiente figura y lo cual significa que en el evento de un sismo moderado la mayoría de las viviendas presentarían cierto tipo de fisuramiento estructural e incluso colapso:

Figura 3. Tipología de viviendas en porcentaje (162 predios)

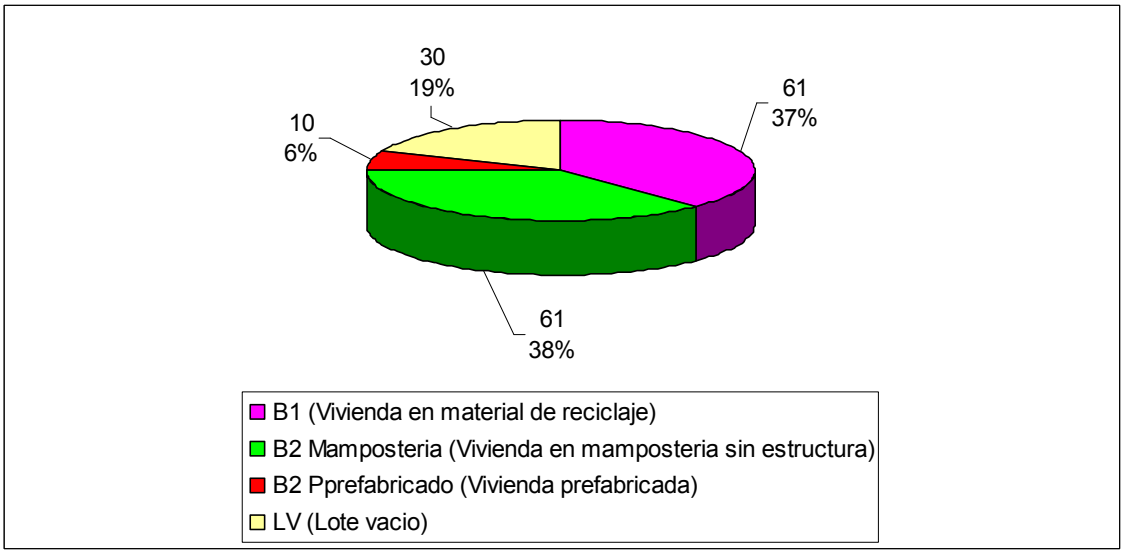
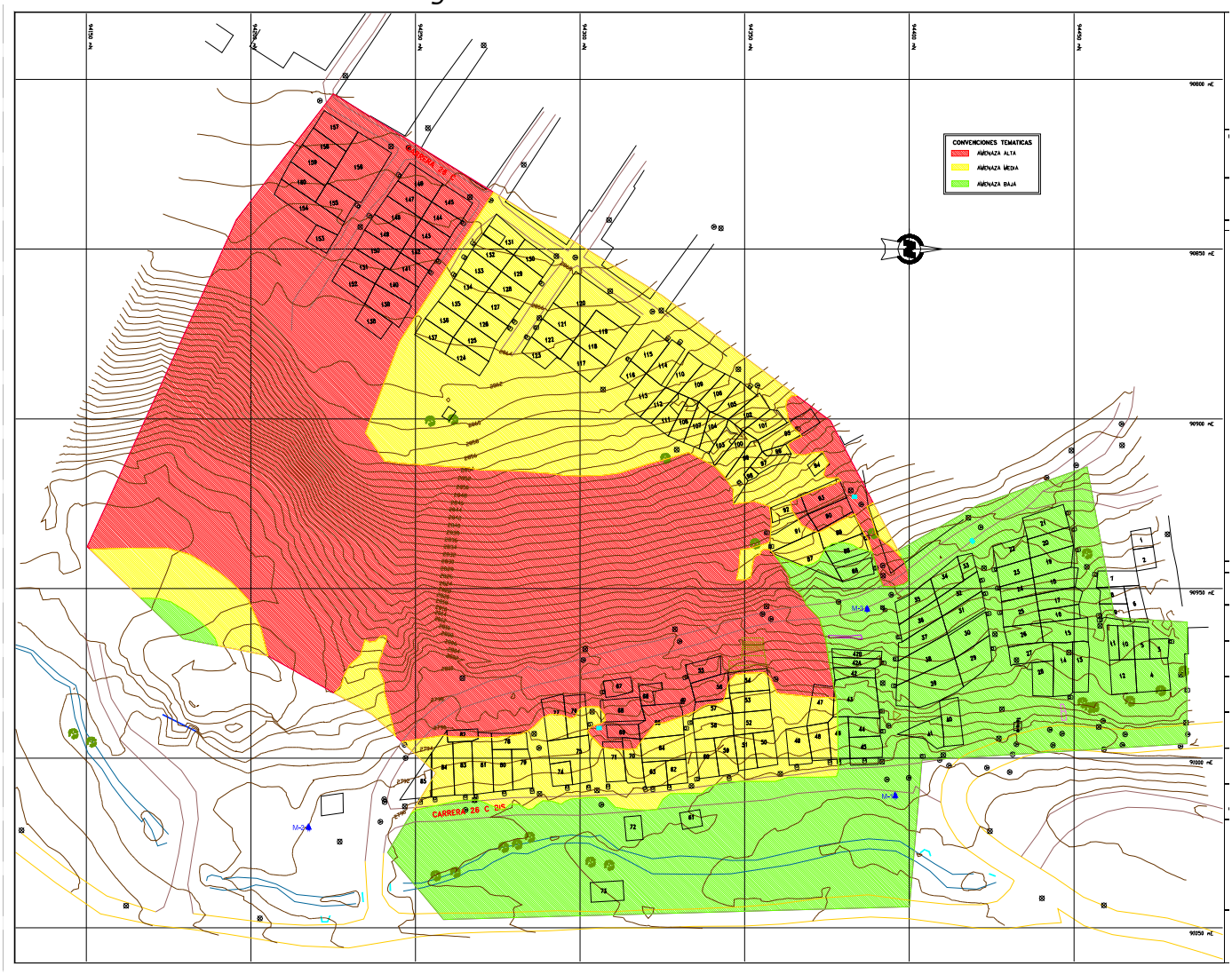
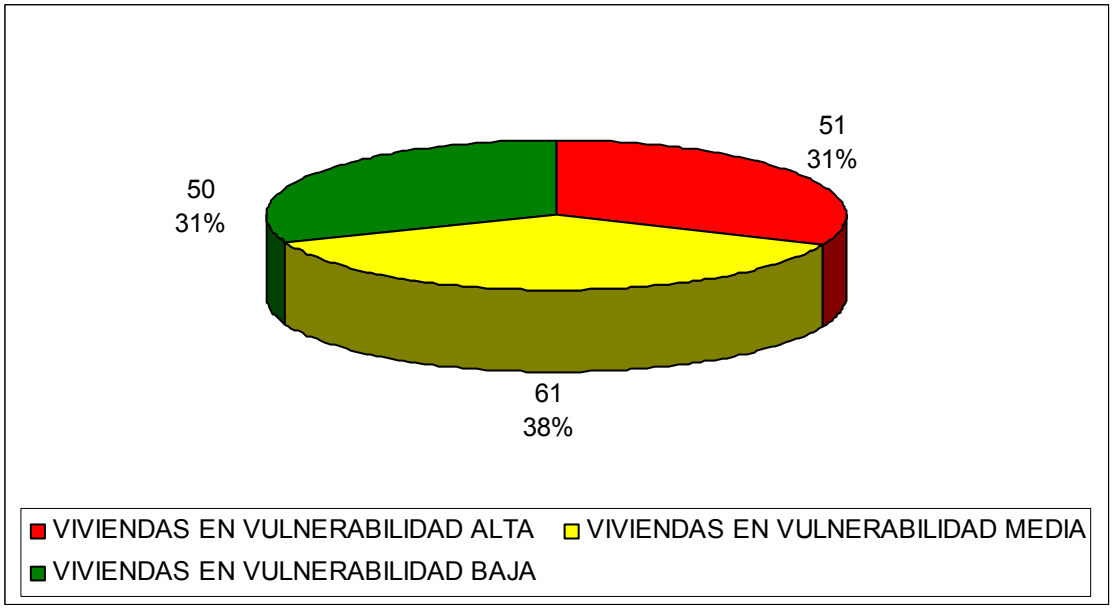


Figura 4. Amenaza actual



Luego de realizar los análisis de vulnerabilidad se pudo establecer que el 31% de las viviendas tienen una vulnerabilidad alta (51 viviendas), 50 viviendas se encuentra en vulnerabilidad media y el restante 38% se encuentran en baja vulnerabilidad como se indica en la siguiente figura:

Figura 5. Porcentajes de vulnerabilidad de las viviendas sin obras (162 predios)



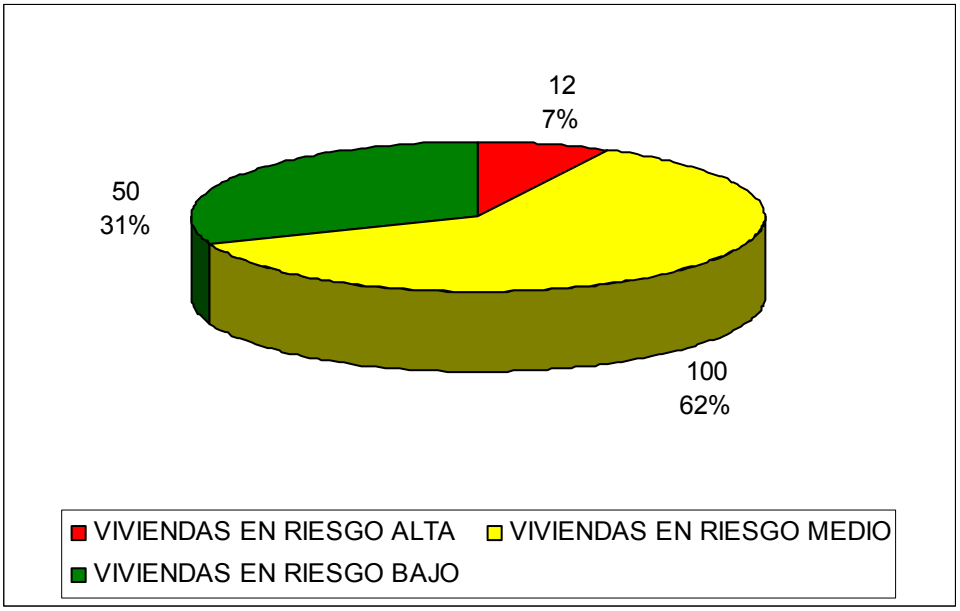
De acuerdo a la convolusión amenaza-vulnerabilidad, se pudo establecer que 51 predios se encuentran en alto riesgo y 50 predios en riesgo medio.

Para disminuir el riesgo por fenómenos en remoción en masa en la zona se plantearon obras geotécnicas clasificadas en tres (3) grupos, a saber:

- Obras para controlar movimientos en masa superficiales.
- Obras para controlar movimientos en masa profundos.
- Obras de retención de detritos y bloques.

Una vez implementadas las obras de mitigación, las cuales están ampliamente descritas en el numeral 10.2, el riesgo en la zona se distribuye tal como se presenta en la Figura 19. Las 12 viviendas en riego alto, ya están en proceso de reasentamiento, de acuerdo con el Concepto Técnico No 3746 de 2002 de DPAE.

Figura 6. Porcentajes de riesgo de las viviendas con obras (162 predios)



6. RECOMENDACIONES

Las obras recomendadas están encaminada a la reducción del riesgo en la zona en las cuatro (4) zonas determinadas. En cada uno de los sectores se establecieron unas obras de mitigación las cuales se describen brevemente a continuación:

Zona Geotécnica ZG-1: Se propone la construcción de una berma con un frente de excavación en un frente de 40 m y conformación de taludes estabilizados con anclajes; dos niveles de anclajes en la parte baja del talud de corte y conformar una berma de en la parte inferior con los estériles dejados por la explotación; además obras de empradización y drenajes superficiales.

Zona geotécnica ZG-2: Corresponde la parte media del barrio, para su control se proponen obras de drenaje superficial en la parte alta (interfase de las zonas 1 y 2) y conformación en la superficie de trinchos de madera para control a corto plazo, con la siembra de barreras vivas para el control a largo plazo.

Zona geotécnica ZG-3: Corresponde a la parte baja del barrio, en esta zona se proponen obras locales de estabilidad con muros de gaviones y conformación de taludes. Se recomienda además la conformación de accesos peatonales mediante escaleras, las cuales tienen como función controlar la filtración de aguas superficiales y así prevenir el deterioro del suelo. Sobre las vías de acceso al barrio se tiene contemplado la construcción de filtros y cunetas para controlar el drenaje superficial y sub-superficial de la zona.

Zona geotécnica ZG-4: Se trata de la parte baja adyacente a la quebrada Limas que corresponde a la ronda de inundación de este cauce natural; allí se encuentran algunas casas que deben ser desalojadas.

Los costos de las obras recomendadas para la estabilización de los taludes se resumen el la siguiente tabla y a continuación se discrimina cada una de ellas:

Tabla 2. Costo global de las obras propuestas

ITEM	COSTO
Obras de estabilización de la cantera	**$ 2,040,580,310**
Obras parte alta del barrio (Zona 1 y 2)	**$ 180,316,862**
Obras de drenaje y estabilización del terreno (Zona Geotécnica 3)	**$ 157,133,617**
OBRAS COMPLEMENTARIAS	**$ 80,723,249**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 1	**$ 9,306,668**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 2	**$ 10,751,922**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 3	**$ 12,472,466**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 4	**$ 11,965,638**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 5	**$ 9,851,068**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 6	**$ 8,259,495**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 7	**$ 7,136,047**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 8	**$ 5,892,188**
Presupuesto para la construcción de la Escalera 9	**$ 5,087,757**
TOTAL	**$ 2,458,754,038**

Con las obras propuestas, las viviendas que se encontrarían en alto riesgo son 12 como se puede observar en la Tabla 2, las cuales el ya están dentro del programa de reubicación según concepto técnico No 3746 de 2002 de DPAE:

Tabla 3. Viviendas en alto riesgo luego de las obras de mitigación.

ID	PROPIETARIO	DIRECCION	PLANEACIÓN	
			LOTE	MANZANA
124	Sin Información	Cll 73A N° 26C-75 Sur	7	64
125	Sin Información	LOTE VACIO	6	64
136	Sin Información	LOTE VACIO	15	64
137	Sin Información	LOTE VACIO	9	66
138	Sin Información	LOTE VACIO	8	66
139	Maria Huertas	Cll 73 N° 26C-75 Sur	7	66
140	Cesar Clavijo	Cll 73 N° 26C-79 Sur	6	66
151	Justin Moreno	Cll 73 N° 26-88 Sur	11	66
152	Sin Información	LOTE VACIO	10	66
153	Sin Información	Cll 73C N° 26C-90 Sur		