CAPITULO 9

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

La evaluación del grado de exposición de una comunidad a fenómenos de remoción en masa se hace complejo si se introducen como variables del problema los posibles daños que pueden causarse no solo en bienes materiales e infraestructura, sino los que pueden producirse en el contexto humano, social e inclusive cultural; es obvia la dificultad de establecer estas variables en términos cuantitativos.

En este sentido, el empleo de cualquier metodología para ligar estas variables con el aspecto técnico no es más que un acercamiento a las condiciones reales que pueden presentarse luego de la ocurrencia de un evento, más si se tiene en cuenta que cada lugar tiene características únicas de población, actividades económicas y tipo de vivienda.

El presente análisis es, entonces, una combinación de la naturaleza de los procesos de inestabilidad observados y de la valoración conceptual de posibles efectos o alcances sobre la población y sus bienes.

9.1 Condiciones del Análisis

Se empleó la metodología consignada en el documento “Metodología Para Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Remoción en Masa en Santafé de Bogotá”, basado a su vez en el trabajo efectuado por Frèderic Leone para evaluación de daño de viviendas; esta metodología se aplica a cada una de las fuentes de amenaza, evaluando de forma conceptual la extensión de los posibles daños en sus áreas de influencia.

Según esta metodología, y de acuerdo a la forma en que un fenómeno de remoción en masa pueda afectar una determinada construcción, se presenta un tipo de solicitación que puede ser Alto, Medio, o Bajo; este nivel depende también de la calidad de construcción de la vivienda. Con base en la solicitación, se determinan los índices de vulnerabilidad física y por deslizamiento que, en combinación con la valoración de pérdidas humanas y materiales, proporcionan los niveles de vulnerabilidad.

Una vez que se han establecido los niveles de vulnerabilidad, estos se combinan con las probabilidades de falla, generando índices de riesgo.

9.2 Vulnerabilidad Social

Se ha determinado de forma conceptual que en la zona correspondiente a este estudio hay unas 852 personas expuestas a algún tipo de amenaza; de ellas, un alto porcentaje reside en viviendas de tipo B1, que tienden a ser las más ocupadas por gran cantidad de menores de edad. De acuerdo a la encuesta de vivienda realizada, y luego de establecer las zonas de influencia de las fuentes de amenaza, hay 84 viviendas de tipo B1 amenazadas. En consecuencia, se tiene que:

1. La cantidad de personas afectadas podría ser alto en el caso de un deslizamiento.

2. En la comunidad no hay una percepción real de la amenaza.

3. Las carencias son altas: a pesar de que casi la totalidad de las viviendas cuenta con suministro de agua y con energía eléctrica, la calidad de construcción de la mayor parte de ellas es mala.

4. En algunas zonas del área de estudio continúan las labores de denudación y explotación de materiales de cantera.

Es necesario indicar que la vulnerabilidad social es alta, especialmente en la zona de la cantera sur y del tanque de distribución de aguas, las cuales han sido identificadas como las zonas más expuestas y más densamente pobladas.

9.3 Vulnerabilidad Física

Está asociada a cada una de las fuentes de amenaza identificadas en el sitio; dada la naturaleza y características de éstas, se ha establecido que:

1. Los daños producidos sobre las viviendas afectadas por el colapso de cualquier fuente de amenaza son de nivel alto (IV a V según la clasificación de la DRM, consignada en el documento metodológico)

2. Las amenazas No. 1, 2, 3, 4 y 7 implican fenómenos como deslizamiento de material, flujo de detritos y caída de bloques, y las amenazas No. 5, 8 y 9 implican deslizamiento por falla planar; bajo estas condiciones, y para efectos del análisis de vulnerabilidad, los movimientos se considerarán como rápidos. Los bloques producirán impactos sobre las viviendas, los cuales serán considerados como de nivel alto, para los alrededores de la cantera sur y de la antigua explotación frente al pequeño tanque de distribución.

3. La fila de viviendas expuestas en la manzana más oriental de la del barrio El Espino III Sector pueden verse sometidas a presión lateral de intensidad media a alta.

4. La zona de influencia de la amenaza No. 7 puede verse sometida a desplazamientos verticales de bloques y falla planar de intensidad alta.

Con las consideraciones anteriores, y teniendo en cuenta el Mapa de Zonificación Morfodinámica (plano no. 2 A), se establece que hay viviendas que se encuentran expuestas a más de una fuente de Amenaza, tal como sucede, entre otros casos, con la zona de la cantera Santa Rita, expuesta a las fuentes de amenaza No. 5 y No. 7; en tales casos, cada uno de los predios expuestos tendrá varios niveles de solicitación, aportado por las diferentes fuentes de amenaza que lo afectan. La Tabla No. 1 del anexo no. 5 presenta las fuentes de Amenaza y las solicitaciones para cada predio dentro del área de estudio.

9.3.1 Evaluación Conceptual de Vulnerabilidad de la Zona de Estudio

Como ya se ha mencionado a lo largo del estudio, se han identificado once zonas habitadas, que corresponden a manzanas de los barrios El Espino I y II Sectores, y el barrio Cerro de Diamante.

Dada su localización dentro de la zona de estudio y con respecto a las zonas que presentan procesos activos, es posible emitir los siguientes conceptos con respecto a los riesgos a que se expone la población.

La determinación de cada una de las zonas se hizo con base en las siguientes consideraciones:

- La mayor parte de las viviendas forman manzanas “unificadas”.
- Cada zona, según su posición en la zona de estudio, presenta mayor o menor grado de exposición a procesos de inestabilidad.
- Algunas manzanas “protegen” a otras de fenómenos de remoción en masa, tal como sucede con la zona No. 3, que protege la zona No. 1.

Zona No.1

Se compone de los predios No. 1 a No. 19, que forman una manzana. Su ubicación, en la parte oriental de la zona de estudio y frente a la cantera sur la exponen a posibles fenómenos de remoción en masa procedentes de las fuentes de amenaza No. 3, 4 y 9, de las cuales, las dos primeras son las más importantes, ya que se trata de procesos activos evidentes.

Se considera que las viviendas más expuestas son las que se localizan en la parte norte de la manzana, y son básicamente del tipo B2 y B3; en virtud de esto, se considera que las solicitaciones impuestas por los movimientos pueden ser entre medias y altas, pudiendo ser atenuadas por las características constructivas de las viviendas. En el costado central y costado sur de la zona, los niveles de exposición a las fuentes de amenaza mencionadas se reduce.

Zona No. 2

Es la zona más extensa de la parte baja, y comprende los predios No. 20 a No. 63. Se localiza en el costado oriental del área de estudio y se compone en su mayoría de viviendas de tipo B2. Se considera que las viviendas más expuestas corresponden a las que se localizan en la parte norte, pero su nivel de exposición a las fuentes de amenaza No. 3 y 4 es reducido debido a la distancia. Sin embargo, todas las viviendas presentan exposición alta a la zona de la cantera sur (fuente de amenaza No. 9), en la cual no se observa evidencia de movimientos, además de que hay otra zona de casas “protegiendo” este sector.

Zona No. 3

Se localiza en el costado oriental de la zona de estudio, entre la zona No. 1 y la cantera sur, e incluye los predios No. 64 a No. 81. Dada su localización, el grado de exposición a los movimientos es alto, y a pesar de que gran parte de las viviendas son de buena calidad de construcción (B3), las solicitaciones impuestas por las fuentes de amenaza No. 3 y 4 serían altas. Es posible que deba acudirse a la reubicación de las familias que habitan la parte norte de esta zona. Con respecto a las amenazas No. 3 y 4, el riesgo puede ser mitigable mediante procesos de descargue del material, y su viabilidad debe examinarse con respecto a los costos de reubicación.

Zona No. 4

Está formada por los predios No. 82 a No. 98. Esta zona presenta un nivel de exposición alto, en su parte norte; dada la tipología de las viviendas, que en su mayor parte son de tipo B2, la solicitación que la fuente de amenaza No. 3 impone sobre las casas es alta, por lo que deberá establecerse si la reubicación de las familias es viable, o si se decide mitigar el riesgo tratando la fuente. Los niveles de exposición a procesos activos en la cantera sur se reducen en la parte central y sur de la manzana, pero se considera que las fuentes de amenaza No. 1 y 2 podrían afectar, ya sea por presiones laterales o por impacto de bloques, las viviendas localizadas en las partes central y sur. De igual manera, será necesario considerar la aplicación de obras de mitigación en comparación con los costos de reubicación.

Zona No. 5

Es una de las zonas que presenta mayor exposición a fuentes de amenaza, toda vez que los procesos activos asociados a las fuentes No. 1, 2 y 3 podrían afectar un gran número de personas que residen en viviendas de tipo B1, que en este caso son la gran mayoría. Esta zona está dispuesta en la parte central de la cantera sur y se compone los predios No. 99 a No. 133.1, dispuestos de forma desordenada en sitios de alta pendiente con un terreno muy sinuoso, lo cual implica un aumento en sus niveles de vulnerabilidad. Las solicitaciones que un fenómeno de remoción en masa implicaría son altas. La zona se extiende hasta la vía de acceso a la parte alta.

Dada la tipología de las construcciones presentes, y en virtud de las consideraciones anteriores, deberá considerarse la posibilidad de la reubicación de las viviendas más vulnerables; la viabilidad de esta propuesta deberá compararse contra el costo de las medidas de mitigación, especialmente las que exhiben peligro por caída de bloques.

Zona No. 6

Es la zona que presenta mayores niveles de vulnerabilidad, tanto por el tipo de vivienda que allí se localiza, como por la naturaleza de las fuentes de amenaza a que se encuentra expuesta. Se compone de los predios No. 133.2 a 160, y se localiza más arriba de la vía de acceso a la parte alta.

En este caso, la mayor parte de las viviendas, cerca de un 60%, son de tipo B1, por lo que impactos de bloques de roca o presiones laterales impuestas por las fuentes de amenaza No.

1 y 2 acarrearían la pérdida total del inmueble y posiblemente un alto índice de pérdidas humanas; los índices de riesgo en esta zona son, entonces, muy elevados.

Se considera que será necesaria la reubicación de las familias que viven en esta zona, independientemente de que se decida o no efectuar obras para la mitigación de las fuentes de amenaza mencionadas.

Zona No. 7

La zona de la cantera Santa Rita se expone a dos fuentes de amenaza, la No. 5 y la No. 7, de las cuales, la primera es la más importante de todas, debido a su extensión y volumen de material involucrados. Involucra los predios No. 174 a No. 185.2, los cuales se ubican en cercanías de la quebrada.

Las viviendas localizadas en la zona son en su mayoría de bajas especificaciones, por lo que se considera que, ante la extensión de la fuente de amenaza No. 5, la pérdida de vidas y de inmuebles sería muy alta. Es necesario proceder a reubicar las personas que residen en este sector, e impedir que las construcciones sean ocupadas nuevamente, tal como sucedió en el pasado.

Se considera que los costos de las obras de mitigación para las fuentes de amenaza que afectan esta zona son muy elevados, y en razón de esto, el proceso de reubicación parece ser el único viable dado el bajo número de viviendas involucradas, por lo que el proceso de reubicación que adelantó la UPES se encuentra plenamente justificado.

Zona No. 8

La mayor parte de las viviendas de este sector es de tipo B1y corresponden a los predios No. 186 a No. 195, los cuales se localizan muy cerca de las fuentes de amenaza No. 3 y 4. Ya que en la zona es posible encontrar evidencias de caída de materiales y actividad minera reciente, la actividad de los procesos activos es alta, y en caso de un fenómeno de remoción en masa, la solicitación sobre las casas, básicamente debida a presiones laterales e impactos, sería alta.

Por las razones anteriores, es necesario evaluar la viabilidad de un proceso de reubicación de las familias que habitan la zona, en contraste con las obras de mitigación. Esto será función del nivel de riesgo que determine el estudio.

Zona No. 9

Incluye los predios No. 196.1 a No. 212, y se localiza sobre el borde de la zona de relleno, en el costado noreste de la zona de estudio; se compone en gran parte por viviendas de tipo B1 y B2. Si bien no se encuentra expuesta directamente a una fuente de amenaza por remoción en masa, puede ser afectada por el represamiento de la quebrada Santa Rita, en el caso de que se produzca un deslizamiento de la fuente de amenaza No. 5, ya que la zona del relleno puede servir como amortiguador; en ese caso, las casas más afectadas serían las que se

localizan exactamente sobre el borde de la depresión, además de la construcción en lata que hay en el contado noreste del mismo relleno.

Zona No. 10

Está compuesta por los predios No. 213 a No. 233, y se localiza sobre la parte alta de la ladera, en una zona que puede ser objeto de movimiento hacia la parte oriental. En caso de producirse un movimiento del terreno, la afectación sobre las viviendas sería muy alta, porque en caso de producirse éste, las viviendas podrían perder su cimentación, representando un nivel de daño muy elevado.

La zona está afectada por la fuente de amenaza No. 8, que representa el movimiento mencionado; pero además se ha establecido que el proceso de urbanización del cual hace parte esta zona es una de las causas principales del proceso activo asociado a la fuente de amenaza No. 5, debido al vertimiento de aguas. De manera preliminar es posible establecer que el nivel de vulnerabilidad es alto, debido al tipo de viviendas, que en su mayoría es de tipo B1; sin embargo, y ya que sólo hay evidencias de actividad minera, se establece también de forma preliminar que los niveles de riesgo serán medios a bajos.

Para este sector es necesario, entonces, establecer un sistema de alcantarillado seguro, que impida el vertimiento de las aguas servidas en el terreno.

Zona no. 11

Las viviendas expuestas en este sector son en su gran parte de tipo B1, correspondiendo a los predios No. 234 a No. 248; dada la tipología de construcción, se considera que su vulnerabilidad con respecto a la generación de un posible fenómeno retrogresivo (debido al vertimiento de aguas provenientes de las mismas viviendas) que amplíe la extensión de la fuente de amenaza No. 1 es alta, básicamente debido a la pérdida del suelo de fundación.

Así, dependiendo de los niveles de riesgo que se establezcan en el estudio, deberá considerarse la posibilidad de efectuar la reubicación de las familias que residen en esta zona o, en caso contrario, se recomienda la instalación de un sistema de alcantarillado, con lo cual se lograría mitigar el nivel de riesgo a que se exponen las viviendas.

En general, para toda la zona de estudio, se encuentra que las viviendas de tipo B1, en la cual reside la mayor parte de la población, son las que presentan mayores niveles de vulnerabilidad, no sólo por las características y especificaciones mismas de las viviendas, sino por la naturaleza de las fuentes de amenaza a que en general se encuentran expuestas.

9.3.2 Determinación de índices de vulnerabilidad físicos

Para algunas de las fuentes de amenaza es necesario determinar el alcance que puedan tener en el caso de un colapso; en este caso, es importante evaluar el alcance de las fuentes de Amenaza No. 1 (Deslizamiento, localizado en la parte suroccidental), y No. 2 (Amenaza por volcamiento de bloques en el mismo sector). En este sentido, y dados los antecedentes

observados (bloques caídos), la fuente de amenaza No. 2 afectaría las casas más cercanas, y las viviendas más expuestas que se encuentran en la parte media de la cantera sur.

Por su parte, la fuente de amenaza No. 1 afectaría los mismos sectores, pero es necesario establecer el orden de magnitud de las presiones laterales que ejercería sobre las viviendas afectadas; la figura No. 8 presenta un perfil en el que se muestra el alcance que tendría dicha fuente de Amenaza, en el caso de llegar hasta la zona de la cantera sur. El ángulo de reposo actual es de unos 22º, y se estima que el área transversal del depósito es de 525 m^2; al presentarse un movimiento en masa, se generará un depósito en la parte baja de la ladera, afectando las viviendas localizadas en la parte central de la cantera sur, en donde las presiones laterales implicarán una solicitación entre media y alta, dependiendo del tipo de vivienda; si se asume que la sección transversal del depósito en la parte alta se mantiene igual en la parte baja, y que el material desarrolla un ángulo residual de reposo de 16º, el alcance estimado es de unos 170 m abajo de la zona indicada como “no amortigua”, que se muestra en la figura mencionada.

El Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) para un nivel de confianza de 0.5, se obtiene de la figura No. 4 (Cuantificación del IVF) del documento que expone la metodología; los valores hallados para cada amenaza y tipo de vivienda involucrados se presentan en la tabla No. 1 del anexo No. 6.

9.3.3 Cálculo del Índice General de Carencias para el área de estudio

De acuerdo a la encuesta de viviendas, las variables de interés para la evaluación de los Índices de Carencia de Servicios (ICServ), de Vivienda (IGViv), y Poblacionales (ICPob), presentan los siguientes valores:

ITEM - SERVICIOS	% Viviendas sin servicio	% Normalizado	ICServ.
Recolección de Basuras	100	1	
Servicio de Energía Eléctrica	0	0	
Servicio de Acueducto	0	0	
Servicio de Alcantarillado	35	0.35	
Servicio de Teléfono	100	1	0.588

Tabla No. 16: Carencias de Servicios Públicos en la zona de Estudio

ITEM - VIVIENDAS	% de Carencia	% Normalizado	ICViv
Buena Calidad de Construción de Vivienda	46	0.46	
Tenencia de Vivienda Propia	7	0.07	
Hogares sin Vivienda	1	0.01	0.18

Tabla No. 17: Carencias de Vivienda en la zona de Estudio

ITEM - EDUCACIÓN Y OCUPACION	% Carencia	% Normalizado	ICPob.

Analfabetismo	11	0.11	
Ocupación Laboral	20	0.20	0.155

Tabla No. 18: Carencias Ocupacionales y Educativas en la Zona de Estudio

***Los valores de este ítem son estimados y se basan en las tasas de desempleo y alfabetismo en el país, pues no hay información disponible.**

Los porcentajes se normalizaron mediante la expresión:

%Normalizado = (% - %min) / (%máx - %mín)

En este caso: %máx = 100% y %mín = 0%.

Los valores de los Índices de Carencias, que son el promedio aritmético de las variables normalizadas, también se normalizan; en este caso, el valor máximo corresponde al de ICServ = 0.588, y el valor mínimo es el de ICPob = 0.155.

Finalmente se calculó el Índice General de Carencias utilizando el promedio de los valores normalizados de los Índices de Carencia:

INDICE DE CARENCIA	Valor	Valor Normalizado	Indice General de Carencias (IGC)	
ICServ	0.588	1		Categoría
ICViv	0.18	0.058	0.3527	**Media**
ICPob	0.155	0		

Tabla No. 19: Índice General de Carencias de la Zona de Estudio

9.3.4 Cálculo del IGC y del IVS para cada zona habitada

Se efectuó, para cada una de las once zonas habitadas que se identificaron, un ejercicio similar al descrito en el numeral anterior, con el propósito de poder evaluar, de acuerdo a las características de cada manzana, el nivel de vulnerabilidad y de riesgo a que se expone cada vivienda.

Las variables tenidas en cuenta fueron los Servicios Públicos y las características de la vivienda y de la población que la habita. Los resultados se presentan a continuación:

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.34	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.45
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			BAJO	
%casas de tipo B1(ICV)	0	0	0	0		
%hogares sin casa (ICH)	0	0				

Tabla No. 20: Índice General de Carencias de la Zona No. 1

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.49	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.45
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			BAJO	
%casas de tipo B1(ICV)	15	0.15	0.11	0.3		
%hogares sin casa (ICH)	6.9	0.069				

Tabla No. 21: Índice General de Carencias de la Zona No. 2

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.34	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.45
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			BAJO	
%casas de tipo B1(ICV)	0	0	0	0		
%hogares sin casa (ICH)	0	0				

Tabla No. 22: Índice General de Carencias de la Zona No. 3

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.355	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.45
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			BAJO	
%casas de tipo B1(ICV)	2	0.02	0.01	0.03		
%hogares sin casa (ICH)	0	0				

Tabla No. 23: Índice General de Carencias de la Zona No. 4

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	8	0.08				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	5	0.05	0.303	0.82	0.85	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.85
%casas sin Alcantarillado (ICC)	8	0.08			ALTO	
%casas de tipo B1(ICV)	63	0.63	0.315	0.88		
%hogares sin casa (ICH)	0	0				

Tabla No. 24: Índice General de Carencias de la Zona No. 5

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	3.5	0.035				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.26	0.70	0.78	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.85
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			ALTO	
%casas de tipo B1(ICV)	64	0.64	0.32	0.86		
%hogares sin casa (ICH)	0	0				

Tabla No. 25: Índice General de Carencias de la Zona No. 6

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS

%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.84	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.85
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			ALTO	
%casas de tipo B1(ICV)	73	0.73	0.37	1		
%hogares sin casa (ICH)	0	0				

Tabla No. 26: Índice General de Carencias de la Zona No. 7

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.72	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.65
%casas sin Alcantarillado (ICC)	10	0			MEDIO	
%casas de tipo B1(ICV)	56	0.56	0.28	0.76		
%hogares sin casa (ICH)	0					

Tabla No. 27: Índice General de Carencias de la Zona No. 8

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.53	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.65
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			MEDIO	
%casas de tipo B1(ICV)	28	0.28	0.14	0.38		
%hogares sin casa (ICH)	0					

Tabla No. 28: Índice General de Carencias de la Zona No. 9

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(IcL)	0	0	0.25	0.68	0.73	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.65
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			MEDIO	
%casas de tipo B1(ICV)	57	0.57	0.29	0.78		
%hogares sin casa (ICH)	0					

Tabla No. 29: Índice General de Carencias de la Zona No. 10

ITEM	%	índice	IC	zIC	IGC	IVS
%casas sin Acueducto (ICA)	0	0				
%casas sin E. Eléctrica(iCL)	0	0	0.25	0.68	0.8	
%casas sin Teléfono (ICT)	100	1				0.85
%casas sin Alcantarillado (ICC)	0	0			ALTO	
%casas de tipo B1(ICV)	67	0.67	0.34	0.92		
%hogares sin casa (ICH)	0					

Tabla No. 30: Índice General de Carencias de la Zona No. 11

En el análisis anterior, se normalizaron los índices respecto a los porcentajes de carencia mayores y menores para todas las zonas habitadas; cada uno de los IC calculados es el promedio del porcentaje de carencias, y el Índice General de Carencias es el promedio de los valores normalizados zIC; para cada zona, se establece la categoría del índice general de carencias, con lo que se determina el Índice de Vulnerabilidad Social (IVS). Dicho índice se determina de acuerdo a las siguientes expresiones, que dependen del nivel del IGC:

Para IGC Bajo: IVS = 0.34 + 0.1 x (1 - Cfs) = 0.4 + 0.1 x (1 - 0.5) = 0.45

Para IGC Medio: IVS = 0.6 + 0.1 x (1 - Cfs) = 0.6 + 0.1 x (1 - 0.5) = 0.65

Para IGC Alto : IVS = 0.8 + 0.1 x (1 - Cfs) = 0.8 + 0.1 x (1 - 0.5) = 0.85

donde Cfs es la confiabilidad de la variable IVS, que en este caso es del 50%.

9.4 Determinación del Índice de Vulnerabilidad por Deslizamiento

Una vez que se halló el valor de los índices de vulnerabilidad física (IVF) y de vulnerabilidad sectorial (IVS), empleando la figura No. 9, se determina el valor del Índice de Vulnerabilidad por Deslizamiento para las solicitaciones Alta y Media, que son las que se presentan en el análisis. Los valores de IVS para cada una de las zonas habitadas se presenta en la tabla No. 1 del anexo No.5.; esos valores se aplican a cada una de las viviendas que compone cada zona.

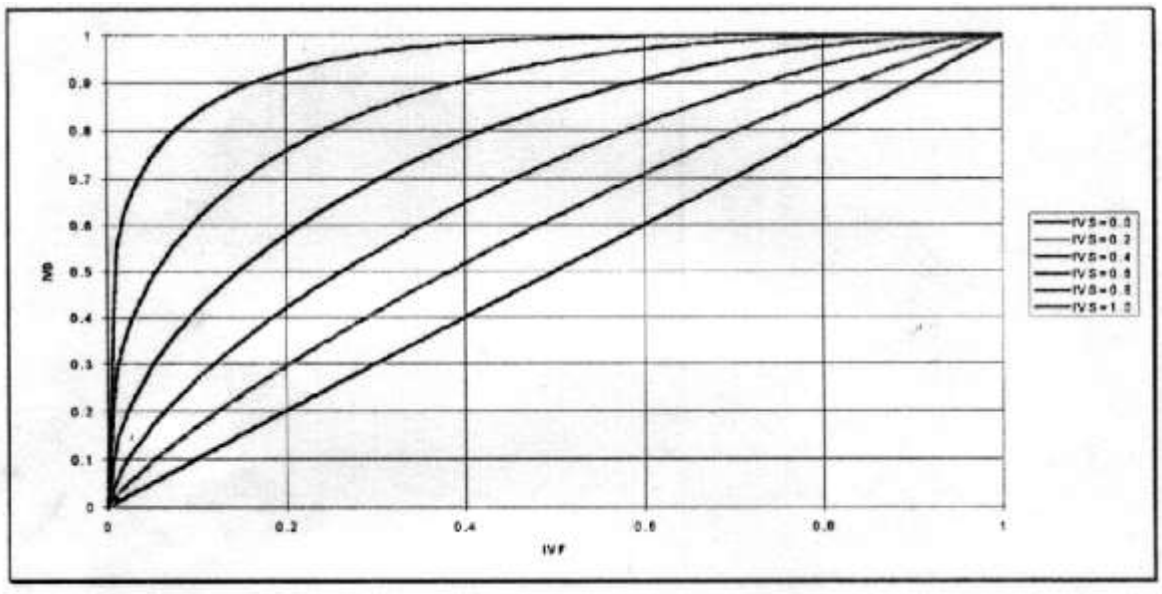


Figura No. 9: curvas para la determinación del IVD

9.5 Determinación del Nivel de Vulnerabilidad

El nivel de afectación por fenómenos de remoción en masa para cada uno de los predios depende del valor del Índice de Vulnerabilidad Físico (IVF); y se clasifica según su valor mediante la siguiente tabla:

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Muy Baja	< 0.125
Baja	0.125 a 0.375
Media	0.375 a 0.625
Alta	0.625 a 0.875
Muy Alta	> 0.875

Tabla No. 31: Categoría para valores de vulnerabilidad

La categoría de la vulnerabilidad para cada una de las viviendas involucradas en el análisis se encuentra en la tabla No. 1 del anexo No. 6.

9.6 Evaluación de Riesgo

El nivel de riesgo para cada una de las casas involucradas en el análisis (IRV) se determinó multiplicando el valor de la probabilidad de falla más alta que afecta cada una de las zonas habitadas (Pf) por el índice de vulnerabilidad físico IVF; empleando los mismos rangos de valores que se consignan en la tabla No. 31, se determina la categoría del nivel de riesgo para cada predio, el cual se presenta en la tabla No. 1 del anexo No. 6.

$$IRV = Pf \times IVF$$

Además, se estableció el número de personas afectadas por vivienda multiplicando el valor de la probabilidad de falla (Pf) por el número de habitantes de la misma.

$$\text{No. Personas Afectadas} = Pf \times \text{No. Habitantes}$$

Los resultados de la evaluación del riesgo para cada una de las viviendas y de las zonas habitadas se presentan en la tabla No. 1 del anexo No. 6, y se plasman en el mapa de zonificación por Riesgo anexo al presente documento, el cual además es consecuencia del mapa de zonificación por Amenaza y se plantea en términos del IRV.

ZONA No.	RIESGO	Pers. Afect.	ZONA No.	RIESGO	Pers. Afect.
1	Medio	31	7	Muy Alto	37
2	Medio	79	8	Muy Alto	43
3	Muy Alto	30	9	-	-
4	Muy Alto	44	10	Medio	84
5	Muy Alto	181	11	Medio-Alto	60
6	Muy Alto	125			

CAPITULO 10

PLANTEAMIENTO DE OBRAS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

Como resultado de las observaciones hechas por los diferentes especialistas y de los resultados de los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, se plantearon las obras y actividades tendientes a reducir las posibilidades de colapso de las zonas inestables y, en su defecto, reducir la exposición de población a las distintas fuentes de amenaza identificadas en la zona de estudio.

En el estudio se han identificado dos factores detonantes de fenómenos de remoción en masa en el sitio:

1. Vertimiento directo de aguas servidas en la ladera
2. Explotación poco técnica y no controlada de canteras

En este sentido, las obras y actividades planteadas son de tipo correctivo, toda vez que los problemas de inestabilidad ya se han producido; se trata, entonces, de limitar los efectos controlando los factores mencionados mediante obras, actividades de reubicación y acciones legales.

10.1 Obras de Mitigación y Control

Son básicamente obras de captación e intercepción de escorrentía superficial por aguas lluvias y aguas servidas provenientes de la parte alta de la ladera; obras de protección del cauce de la quebrada Santa Rita; y actividades de descargue programado de materiales inestables.

10.1.1 Obras de Captación e Intercepción

Se trata de la construcción de una cuneta y filtro, y dos alcantarillas, cuya finalidad es controlar la escorrentía superficial de aguas servidas que se vierten desde los barrios El Cerro del Diamante y El Espino I Sector a la zona de corte de la vía de acceso. Esta estructura conducirá las aguas captadas hacia la quebrada Santo Domingo, en el costado sur del área de estudio.

El propósito de colocar esta estructura es impedir la entrada de agua en las discontinuidades del macizo rocoso, las cuales se encuentran expuestas en los cortes de la vía de acceso.

10.1.2 Obras de Protección del Cauce de la Quebrada Santa Rita

Se plantea la necesidad de construir tres diques de control de erosión retrogresiva en el sector de la antigua cantera Santa Rita, y de una alcantarilla de cajón con una longitud de

75 m de largo, para proteger el cauce en el sector del relleno, en el costado nororiental del área de estudio. El propósito de instalar esta estructura es el de reducir la posibilidad de represamiento de las aguas ante un posible movimiento de materiales sobre la ronda de la quebrada.

La localización de las estructuras puede verse en el Plano de Localización de Obras Hidráulicas de Mitigación (No. 08) adjunto a este documento, y los detalles de construcción de las mismas se encuentran en el Plano de Construcción de las Obras Hidráulicas de Mitigación (No. 09) también adjunto. Estos planos en lo referente a estas obras son esquemáticos y deberán acomodarse a la condición real del terreno en el momento de su construcción.

Es importante anotar que estas obras sobre el cauce tienen justificación por la amenaza que un represamiento con posibilidad de causar una avalancha produciría sobre la población aguas abajo del sitio del estudio. La evaluación del número de viviendas afectadas para definir su construcción se sale de los alcances de este estudio. Además, y en especial en lo que se refiere a la alcantarilla de cajón, su necesidad depende del resultado que las acciones de las autoridades Distritales logren en cuanto a la suspensión de las actividades de relleno si control que se adelantan por los particulares y el diseño técnico que el propietario del terreno realice para garantizar su estabilidad y la protección de la ronda de la quebrada.

10.1.3 Actividades de descargue de materiales deslizados

Algunas de las fuentes de amenaza identificadas son deslizamientos de material producido por vertimiento de aguas en las discontinuidades del macizo rocoso, o son remanentes de la explotación de las canteras del lugar. Debido a que las condiciones de estabilidad de dichos materiales son precarias, se plantea la remoción de esos materiales hacia botaderos, o bien, su aprovechamiento como material de construcción.

Las fuentes de amenaza susceptibles de recibir este tratamiento son:

- **Fuente de Amenaza No. 1:** Remanentes de explotación
- **Fuente de Amenaza No. 2:** Bloques de arenisca
- **Fuente de Amenaza No. 3:** Bloques en deslizamiento
- **Fuente de Amenaza No. 4:** Bloques en deslizamiento
- **Fuente de Amenaza No. 5:** Deslizamiento de roca

Los análisis de amenaza y riesgo indicaron que el deslizamiento de bloques de la parte central de la cantera sur conlleva riesgo alto para los habitantes del sector, las labores actuales de su explotación incrementan la posibilidad de falla; este material debe ser descargado de forma tecnificada, haciendo recuperación del material que pueda ser comercializado y que en este caso se ha estimado en un 60% del volumen total deslizado. Sin embargo, en el momento actual es prioritario detener la explotación de materiales en la forma en que ha venido haciéndose, y deberá exigirse al propietario de la cantera que presente un plan de manejo de la misma, que garantice la estabilidad de la ladera permitiendo las labores mineras.

El deslizamiento del flanco derecho de la cantera sur debe ser removido, en caso de que esta actividad resulte económicamente más viable que el retiro de las viviendas vecinas.

Con respecto al deslizamiento de la cantera Santa Rita, el volumen que deberá ser descargado es alto y el porcentaje de recuperación es sólo del 35%; la finalidad de plantear el descargue es proteger el cauce de la quebrada Santa Rita, el cual puede ser represado en caso de un colapso de los materiales del deslizamiento, afectando posiblemente un área extensa aguas abajo, en dirección norte.

Por otra parte, el deslizamiento de los remanentes de explotación de la cantera suroccidental, en la parte alta de la zona de estudio, y los bloques de arenisca que se encuentran en esta área, deberán ser removidos o reconformados, toda vez que amenazan un área importante de viviendas de la parte alta, con altas posibilidades de afectar incluso un sector de la parte baja de la cantera sur; los costos de remoción, que incluyen corte, cargue, transporte y disposición, deberán compararse con el costo de reubicación de las construcciones que puedan verse afectadas por un colapso del deslizamiento.

Los costos en que debe incurrirse en la remoción de los materiales son:

Amenaza No.	Costo/m^3 (miles)	Volumen Total (m^3)	Costo total (miles)	% Recuperable	Valor Recup. (miles)	Diferencia (miles)
1	10.780	10.800	116.420	20	23.000	93.120
2	10.780	3.600	38.800	80	31.050	7.753
3	10.780	37.400	403.170	60	241.900	161.270
4	10.780	3.500	37.625	25	9.406	28.219
5	10.780	81.125	874.530	35	306.080	568.450
	Total	136.425	1.470.545		611.736	858.812

*El costo por metro cúbico removido se compone de un costo de 3500 pesos por corte y cargue, y de 6280 pesos por transporte y disposición.

Para las fuentes de amenaza No. 1 y No. 2, se comparará el costo de remoción del material con el de reubicación de las viviendas expuestas.

Con respecto a los resultados del análisis de riesgo, es necesario indicar que desde el punto de vista de mitigación la mejor opción para las zonas expuestas a la amenaza No. 5 es la reubicación de las viviendas, cuyo costo es muy inferior al de descargue del material.

10.1.4 Reubicación de Viviendas

De acuerdo con los análisis de riesgo efectuados, las zonas habitadas que deberían ser objeto de reubicación son la No. 3, 4, 5, 6, 7, 8, y las últimas viviendas de la zona No. 11. Además, es necesario comparar el costo de mitigación de la fuente de amenaza No. 5

con los costos de reubicación de las personas que residen en la zona No. 7. Para efectos de dilucidar la acción más conveniente entre remover material deslizado y hacer reubicación de viviendas, se realizó la comparación de costos; de acuerdo con la tipología de vivienda, se estimó un valor promedio para cada una de estos tipos de construcción, incluido el lote, asì:

TIPO DE VIVIENDA	COSTO PROMEDIO (MILES)
B1	6.000
B2	8.000
B3	12.000

*El costo actual de un lote en la zona es de cuatro millones de pesos.

Para cada una de las zonas, los costos de reubicación se calculan multiplicando el número de casas de determinada categoría por su costo unitario, sumando los resultados parciales. El costo total se compara con la diferencia entre el costo de remover el material deslizado y el valor recuperado.

Los resultados son los siguientes:

Zona No.	B1	B2	B3	Costo Total (miles)	Dif, entre el costo de remoción y el valor de recuperación (miles)
3	0	4	4	80.000	161.270
4	1	6	1	66.000	100.873 + 92.000 =
5	24	13	4	296.000	192.873
6	18	10	-	188.000	
7	8	2	1	76.000	568.450
8	6	3	-	60.000	161.570+28.219=189.498
11	4	4	-	56.000	100.873
Total	52	23	5	816.000	**1.120.967**

Como puede observarse, en el caso de las zona No. 3 resulta más viable desde el punto de vista económico el retiro de las viviendas que la remoción de materiales; en el caso de las zonas No. 4, 5 y 6 es preferible el retiro de materiales, al cual debe adicionarse el valor de la compra de 4 viviendas de tipo B1 y de 1 de tipo B2 de la zona No. 6, para permitir las labores de reconformación, con un valor de $32 millones de pesos, por lo que el análisis económico sigue siendo favorable a esta opción.

Por su parte, en las zonas No. 7 y 8 se confirma que es necesaria la reubicación de las viviendas, dada la evaluación económica y su alto nivel de riesgo. En el caso de la zona No. 11, las viviendas consideradas en el análisis son las mismas que deben ser retiradas para efectuar el retiro de los materiales de las fuentes de Amenaza No. 1 y 2.

En resumen, deben reubicarse las siguientes viviendas:

ZONA No.	No. Predio	Total Viviendas	Costo (miles de $)
6	148 a 152	5	32.000
7	174 a 185.2	11	76.000
8	186 a 195	9	60.000
11	241 a 248	8	56.000
TOTAL		**33**	**224.000**

Nótese que en esta evaluación se ha considerado que parte del material removido puede ser vendido, o lo que es equivalente, que parte de la remoción se va a pagar entregando el material comercializable. Al ser los terrenos de la cantera de propiedad privada, esto puede limitar las posibilidades de las autoridades del Distrito para hacer estas compensaciones, aún en el caso que se optara por la vía de la expropiación.

Obsérvese que para la evaluación económica no se han tomado en cuenta las obras de interceptación de aguas servidas (cunetas y filtros), ya que estas se consideran indispensables para mejorar la estabilidad de la ladera hasta que se construyan las redes de servicios públicos de los barrios ubicados en la parte alta, proceso que demorará mas de dos años. Tampoco se incluyen los costos de las obras sobre el cauce de la quebrada Santa Rita ya que su justificación depende de un estudio de vulnerabilidad y riesgo sobre un área externa al área del presente estudio.

CAPITULO 11

PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO Y DE PAISAJISMO

El sitio de El Espino se caracteriza por tener grandes distancias y fuertes pendientes, lo mismo que por la carencia de espacios recreativos, equipamento comunal, andenes, pasos peatonales y puentes. El terreno está muy erosionado, en gran parte sin capa vegetal, lo que ha impedido la siembra de especies vegetales, y las dos quebradas que le limitan ven afectado su cauce por el mal uso de las basuras y escombros. Esta falta de equipamento urbano y de espacio comunal influye en la baja calidad de vida de las familias que allí viven y han retrasado la adecuada consolidación de este sector de la ciudad.

En su parte norte presenta una cantera de más de 100 metros de ancho, y alrededor de 40 metros de altura, con una fuerte pendiente y suelos inestables y erosionados. Más abajo, también contra la quebrada Santa Rita, hay un botadero de más o menos 160 metros por 50 metros, en proceso de llenado con escombros y material de desecho, seguramente con el objetivo de lotear y vender, pero sin una supervisión técnica.

La parte sur del sitio, entre la cota 2610 y 2690, básicamente consiste en terrenos que poco a poco se han ido aterrazando y edificando con viviendas precarias y sin servicios ni espacio público. En dos puntos específicos se adelantan trabajos de extracción de materiales que modifican la configuración del paisaje a medida que avanzan. Los lotes que van quedando en el futuro cercano serán ocupados por nuevas familias, y en ellos y en las viviendas que hoy existen se dibuja un manzaneo ortogonal, a pesar de la inclinación del terreno.

De sureste a noroeste atraviesa la zona un carreteable que conecta la parte consolidada oriental con los nuevos barrios de arriba, elemento que se ha constituido en un efectivo medio de comunicación que se debe reforzar, equipar y consolidar. El límite sur de El Espino es la quebrada Santo Domingo, la cual presenta los mismos problemas que la Santa Rita: arrojan a ellas basuras, no se respeta su ronda y los puentes sobre ellas se limitan a pasos provisionales hechos artesanalmente por los habitantes del sector, ante la necesidad de cruzar de un lado a otro.

El barrio El Espino es el vecino occidental del Perdomo, al sur de Bogotá. A el Perdomo se llega desde la Autopista Sur por la carrera 78C (vía principal del barrio), sobre la cual se encuentra el paradero de buses (calle 66Sur) y el comercio local. La segunda vía importante es la calle 63Sur que atraviesa el barrio desde la Autopista Villavicencio hasta la carrera 82, donde se encuentran además del paradero de busetas, dos colegios cooperativos y una cancha deportiva; es el punto de conexión más importante con los barrios de arriba, menos consolidados.

A partir de la carrera 74B (nomenclatura del sitio) las vías dejan de estar pavimentadas, incluso la mayoría de ellas apenas están trazadas y en época de lluvias se convierten en barrizales imposibles de transitar. Al sitio de estudio se llega principalmente por la calle 63C y en el extremo sur por la transversal 84, sobre todo para quienes hacen uso de la carretera.

El Perdomo es pues el punto de encuentro, comercio, transporte y acceso para los habitantes de El Espino. Identificadas estas conexiones que la comunidad viene usando y las necesidades del sector en cuanto a espacio público, y teniendo en cuenta el desalojo de viviendas que el consorcio sugiere reubicar, el grupo asesor en Urbanismo y Paisajismo ha propuesto tres frentes de acción para mejorar las condiciones de habitabilidad de la zona:

- La consolidación de vías y andenes en las manzanas que están siendo construidas y que no representan zonas de riesgo para las familias. Como se trata no de obra nueva, sino de paramentos existentes, el ancho de las vías se ajustó al espacio disponible. Donde este lo permitió se trazaron vías V-9 (DAPD) con ancho de 6 metros. La prioridad la tuvo el andén peatonal, de tal manera que cuando la vía no alcanza el ancho permitido, esta tiene paso vehicular pero restringido.

  La imagen que se busca lograr para estos andenes es de unificación de materiales, amoblamiento en una franja paralela a la de circulación, con luminarias, canecas y árboles de bajo porte, si el ancho lo permite.

  En la vía principal que recorre el punto de suroriente a noroccidente, y que en las soluciones de ingeniería se va a delimitar e impermeabilizar, se propone un andén a ambos lados, acceso a los sectores y arborización. Recomendamos el uso de la cartilla de andenes que elaboró el Taller del Espacio Público (DAPD), para la modulación de las piezas prefabricadas que el Distrito viene usando en diferentes sectores de la ciudad. En ella se definen las especificaciones para sardineles, rampas, sumideros y trabajos de piso, que podrían ser aplicados aquí.

A esta vía principal llegan, en tres puntos equidistantes, los senderos peatonales que atraviesan el barrio y que han sido trazados siguiendo los actuales caminos utilizados por la comunidad. Ellos parten de la calle 63C (principal punto por donde se accede a estos sectores altos), se distribuyen en el terreno evadiendo las subidas fuertes. Uno conduce hasta el puente peatonal que cruza la quebrada Santo Domingo (puente propuesto), atravesando el grupo mayor de viviendas por su parte alta. De los tres, este recorrido es el mejor definido por los habitantes. Otro atraviesa la pendiente por la parte media, a través de un conjunto arborizado (propuesto), y un tercero sigue la ronda sur de la quebrada Santa Rita.

Estos trazados se hacen sobre las nuevas curvas de nivel que deben resultar de la reconformación de los terrenos en la cantera y otros puntos. El aporte sería el resolver con escaleras y rampas la dificultad de la pendiente, logrando de tramo en tramo espacio para pequeñas terrazas a manera de descansos - miradores. Están equipados con canecas, bancas y luminarias, regidos por los diseños reglamentados por el Taller del Espacio Público, del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (Decreto 170 del 17 de marzo de 1999). Al tiempo que se propone la construcción de dos puentes sobre la quebrada Santa Rita a la altura del parque, para facilitar la comunicación entre El Espino y San Rafael.

- La construcción de un Parque de carácter local en el terreno que actualmente está siendo rellenado -de manera poco técnica- con material de escombros y desechos. Se prevé que no es un terreno apto para ser urbanizado en el futuro, por lo cual, el grupo asesor de Urbanismo y Paisajismo sugiere el uso de este terreno para fines recreativos comunales y de esparcimiento. El diseño del parque responde a la posibilidad de que se llegue al nivel máximo de llenado del lote, guardando los debidos desniveles con respecto al cauce de la quebrada Santa Rita.

  El parque se divide en tres partes fundamentales: al oeste una zona verde con juegos para niños; al centro una plazoleta cívica de 12 por 12 metros, de la cual se desprenden senderos peatonales en todas direcciones; uno de ellos conduce a la cancha múltiple según medidas usadas por el IDRD (18x30 metros), orientada norte - sur y dotada de graderías al este. La tercera zona corresponde a una amplia zona verde arborizada, con senderos peatonales y miradores, para permitir actividades al aire libre.

  El parque tiene dos pasos sobre la quebrada Santa Rita (puentes peatonales propuestos) que buscan ampliar la cobertura de las instalaciones deportivas a los barrios vecinos.

- Finalmente se ha hecho un diseño paisajístico que incluye 16 especies vegetales discriminadas según su porte, resistencia, necesidades, configuración de sus raíces, disponibilidad y la experiencia que de ellas se ha tenido en otras zonas de la ciudad.

  Podemos dividir las especies escogidas en tres grupos:

Especies protectoras de la ronda de las quebradas. Estas son Corono (Cor), Hayuelo (Ha), Holly (Hll), las cuales se desarrollan espontáneamente en el sur de Bogotá pues crecen con gran facilidad en los terrenos secos y controlan la erosión. Tanto el Corono como el Holly presentan espinas que lo protegen mientras crecen. Este último además da un ambiente colorido a la ronda por sus frutos anaranjados y rojos. El Chiripique (Cq) es un arbusto que se encuentra en experimentación por parte del Jardín Botánico de Bogotá, con buenos resultados en terrenos secos del suroriente de la ciudad. Su flor es pequeña, en racimos violeta. El Sauco (Sco) es un arbusto que se ha adaptado muy bien a las condiciones bogotanas, pues crece frondoso y de manera espontánea en estos sectores. Cerca al puente peatonal de la quebrada Santa Rita, localizamos dos Sauces (Sce), que por su altura sirven de punto de referencia a distancia y es una especie bastante beneficiosa para proteger las cuencas de agua.

Arboles reforestadores de gran porte. Para la parte alta de El Espino se propone la siembra masiva de Pino Romerón (P) con el propósio de recuperar el paisaje y consolidar la capa vegetal. Esta amplia zona presenta problemas de drenaje lo cual está afectando la estabilidad de los suelos; el Pino Romerón puede ayudar al control de estas aguas ya que prefiere terrenos un tanto húmedos, y sus raíces profundas amarran el suelo. Además es de las especies de alto porte que no están prohibidas para su siembra en la ciudad. (Decreto 984 de 1998).

Por su parte el Cerezo (Cz) crece con rapidez y es muy apreciado en estas zonas por sus frutos y porque atrae aves. Proponemos su siembra en aquellos lugares que se desalojen para evitar nuevas ocupaciones.

Entre este grupo de especies de alto porte incluimos dos ejemplares de Caucho Sabanero (Cch), ubicados en el inicio de los senderos peatonales principales, para que sirvan de hitos urbanos. Este hermoso árbol nativo, puede alcanzar alturas de hasta 20 metros y follaje de 15 metros de diámetro, por lo cual puede ser fácilmente visto a distancia y convertirse en punto de referencia para los habitantes de la zona.

Los senderos peatonales se arborizan con especies de mediano porte que se caracterizan por tener tronco alto y permitir que su follaje proporcione sombra a los peatones. El Arrayán (Arr) y el Jazmín (Jz) son resistentes, sin mayores exigencias de suelo y de apariencia muy agradable. El Alcaparro (Alc) y el Chicalá (Chi) florecen durante todo el año, y proporcionan un ambiente muy acogedor en las zonas recreativas cercanas a los juegos de niños y a miradores. Por su parte el Trompeto (Tro) y el Liquidambar (Liq), son decorativos, se caracterizan por su tronco delgado y alto, por lo que son muy transparentes; se ubican alrededor de las plazoletas más grandes. El Falso Pimiento (Fp) conforma agradables alamedas cubiertas por sus ramas delicadas, con un follaje transparente que resalta la luz artificial.

La siembra y reforestación en estas zonas garantizan no sólo el mejoramiento en el paisaje y en los suelos, sino que evitan futuras invasiones en estos terrenos y garantizan nuevos espacios de esparcimiento comunales. La propuesta incluye la siembra masiva de pasto Kikuyo en los terrenos que lo permitan, con el fin de recuperar la capa vegetal de la montaña. Insistimos en la necesidad de adelantar con

la comunidad campañas cívicas que instruyan sobre la necesidad y conveniencia de cuidar las cuencas de agua, la arborización y por supuesto el equipamento urbano; que enseñen una correcta disposición de las basuras y la valoración del espacio público y el medio ambiente como un factor importante en el logro de una mejor calidad de vida.

CAPITULO 12

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La complejidad de la problemática del sector del Barrio El Espino se refleja en las condiciones poblacionales, de cubrimiento de servicios públicos, exposición a fenómenos de remoción en masa e inclusive desinformación con respecto a las gestiones de las diferentes entidades del Distrito, lo cual ha generado descontento en la comunidad.

La labor desarrollada por este Consorcio se encaminó a dilucidar las soluciones más expeditas para reducir los niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, haciendo acopio de los elementos de juicio necesarios para establecer de forma cuantitativa las acciones que las entidades del Distrito deberán ejecutar para mejorar las condiciones de vida en el sitio.

12.1 Conclusiones

Los factores que más han influido en la generación de procesos de inestabilidad del terreno son el vertimiento de aguas servidas en la ladera, y la explotación no técnica de materiales para construcción.

Los procesos de urbanización intensa que han tenido lugar en los últimos años incrementan los factores de inestabilidad del terreno y expone a una cantidad importante de personas a distintas fuentes de amenaza. Estos procesos no están siendo controlados por ninguna autoridad.

Desde el punto de vista ambiental, la carencia de servicios públicos adecuados redunda en problemas de contaminación de corrientes y bajo nivel de vida de los habitantes, especialmente en la parte alta de la ladera.

Las fuentes de amenaza más importantes de la zona de estudio pueden ser manejadas con actividades de descarga de materiales, que resultan ser económicamente más

viables que la reubicación de viviendas; lo anterior no es válido para el deslizamiento de la quebrada Santa Rita, en que deben retirarse las viviendas.

Es posible incrementar la estabilidad de la ladera mediante la implementación de las obras hidráulicas de mitigación propuestas.

12.2 Recomendaciones

Deberán aplicarse las acciones legales necesarias para detener la explotación artesanal actual de la cantera sur, hasta tanto no se presente ante las autoridades competentes un adecuado plan de manejo de la explotación.

Lo anterior también es válido para el área que está siendo rellenada. Debe impedirse que se siga este proceso hasta que el propietario no presente un estudio técnico que garantice la estabilidad de ese rellleno, acompañado de la descripción concreta del uso futuro que piensa darle al área. Este uso es afectado por la ronda de la quebrada, y por la amenaza de deslizamiento de la parte alta de la cantera.

Establecer planes de mantenimiento de las obras de mitigación propuestas, involucrando a la comunidad en este propósito.

Proceder a la construcción de las redes de acueducto y alcantarillado de los barrios ubicados ladera arriba en el menor tiempo posible.

BIBLIOGRAFÍA

Bishop, A.W. (1955) The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes. Geotechnique. Vol 5. London.

Broms, B. (1975) "Landslides" Cap 11. Foundation Eng. Handbook. Eds Winterkorn and Fang. Wiley, N.Y., 1975.

Cenicafé. (1975). Manual de Conservación de Suelos de Ladera. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de café. Cenicafé. Chinchiná, Caldas, 1975.

Dennes, B. (1989). La Estructura Geológica y la Estabilidad de Taludes. I Simposio Suramericano de Deslizamientos. Paipa. Colombia.

García, M. (1992). Métodos para el Tratamiento de Zonas Inestables. En Curso de Estabilidad de Taludes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1992.

Gómez, F., Murcia, L. (1991). Niveles críticos de precipitación en estabilidad de laderas. Proyecto de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, 1991.

González, A. (1989). Informe del Relator. Sesión II. I simposio suramericano de deslizamientos. Vol II. Paipa, 1989.

Gutiérrez, J. y otros (1989). Métodos Mecánicos de Estabilización de Taludes. I Simposio Suramericano de Deslizamientos. Paipa. Colombia.

Hoek, E., Bray, J. (1977). Rock Slope Engineering. Inst. of Min. and Met. London, 1977.

Irfan, T.; Woods, N. (19??) The Influence of Relict Discontinuities on Slope Stability in Saprolitic Soils.

Montero, J. (1992). Procesos, Factores y Causas de Inestabilidad de Taludes y Laderas. En Curso de Estabilidad de Taludes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1992.

Skempton, A.W; Petley, D.J. (1967). The Strength Along Structural Discontinuities in Stiff Clays. Reprinted from Proc. Geotech. Conf. Oslo. in Selected Papers on soil mechanics. Thomas Telford Ld. London, 1984.

Varnes, D. (1978). Slope Movement. Types and Processes. Cap. 2 de "Landslides Analysis and Control" Special Report 176. Eds. Schuster R. y Krizek, R. National Academy of Sciences. Washington, 1978.

NATIVA LTDA.(1998). Estudio de Zonificación Geotécnica del Barrio San Rafael. UPES, 1998.

INGEOCIM LTDA.-UPES(1998). Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para las localidades de Ciudad Bolívar, Rafale Uribe, San Cristóbal, Santafé, Chapinero, Usaquén y Suba, de Santafé de Bogotá. UPES, 1998.

INGEOCIM LTDA.-UPES(1998). Metodología para Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá. UPES, 1998.

Chow, Ven Te (1962), “Hydrologic Determination of Waterway Areas for the Design of Drainage Structures in Small Drainage Basins”,.

IRH LTDA., “ Caracterización de tormentas de la Sabana de Bogotá”, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1993.

Hendersom, F. M., “Open Channel Flow”, Fourth Printing, 1966.

Bureau of Reclamation, United States Department of the Interior, “Design of Small Canal Structures”, 1974.