1. INTRODUCCION

En cumplimiento del Contrato N°1225-07-98 celebrado entre TEA Ltda. Consultorías y UPES–FOPAE, cuyo objeto es el de realizar el "ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR EL BARRIO RAMAJAL UBICADO EN LA LOCALIDAD DE SANCRISTOBAL", se desarrolla en este documento el Informe final que incluye los estudios básicos de: topografía, geología, geomorfológia y geotécnia. El Diagnóstico de la zona de estudio en términos de amenaza por remoción en masa o erosión, vulnerabilidad de las viviendas e infraestructura presente en el área y Riesgo evaluado como el nivel de daño o pérdida esperada. El planteamiento de alternativas de solución para los diferentes problemas identificados y el diseño de las obras de mitigación y control. Se estudia la amenaza y riesgo de la zona de interés, por fenómenos de remoción en masa y no por sismos para viviendas.

La zona de estudio esta localizada al sur oriente de Santa Fe de Bogotá D.C., a la altura de la transversal 12 Este con calle 31 sur y se identifica como el barrio Ramajal, perteneciente a la localidad de San Cristóbal.

El área de estudio es de 3 Has (Plano No. 1) y esta delimitada por la Avenida Circunvalar al oriente, las calles 30ª sur y 30 sur al occidente; y al norte y sur con la quebrada San Blas y la Transversal 12 Este respectivamente.

1.1 ANTECEDENTES

El desarrollo urbano sobre el Barrio Ramajal y sus alrededores, surge a partir de la industria extractiva de los denominados chircales, en donde se extrae material arcilloso para la fabricación de ladrillos y tubería de gres. En el inicio de las actividades extractivas de estas fabricas, se utilizaba mano de obra no técnica de precarias condiciones socioeconómicas, circunstancias que motivaron el asentamiento de urbanizaciones informales. En principio esta dinámica se aplicó a las zonas contiguas a las fábricas de ladrillos existentes, específicamente la zona de interés correspondiente a la parte noreste del Barrio Ramajal.

Como consecuencia carencia de recursos económicos y de elementos técnicos para desarrollar procesos constructivos adecuados, se realizaron construcciones de muy baja calidad y pobres especificaciones técnicas, tanto en adecuación y selección de espacios, como en el empleo de materiales y de sistemas constructivos, además la zona carencia de servicios públicos y de estructuras para el manejo de aguas (de escorrentía y servidas) que generan condiciones de alta vulnerabilidad.

En función del proceso descrito y ante la presencia de épocas de invierno, aparecen mecanismos de falla que se inician con fenómenos de erosión y de ablandamiento de los suelos presentes en cada tipo de obra mal realizada. El ambiente litológico, así como las condiciones topográficas y el tipo de uso del suelo, son elementos primarios que pueden acelerar o retrasar los fenómenos de inestabilidad. En el caso de la zona de estudio del Barrio Ramajal, se identifican suelos arcillosos de la formación Bogotá, así como zonas de depósito tipo coluvión y de escombros de baja competencia geomecánica, sobre un relieve ondulado a quebrado, lo que facilita la acción erosiva de la escorrentía, generando movimientos de masa que pueden evolucionar de pequeños a grandes movimientos, con afectación importante sobre las viviendas existentes. Tal es el caso de las viviendas cuyos predios han sido adquiridos por la Upes y sus moradores reubicados.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

2.1 REVISION DE INFORMACION EXISTENTE

Con el objeto de conocer aspectos geológicos y geotécnicos de la zona, se ha adelantado una investigación de los siguientes estudios realizados en zonas contiguas a la del presente estudio:

- Estudio geológico de la urbanización Bosque de los Alpes. Rodolfo Franco 1993.
- Estudio de suelos proyecto Bosque Los Alpes (primera etapa). Ingeciencias 1996
- Estudio de suelos y cimentaciones para edificio Car. 3ª No. 30ª-16S. Víctor Romero 1996.
- Zonificación de riesgos por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C. INGEOCIM Ltda. 1998.
- Microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá D.C. Upes, INGEOMINAS, U. de los Andes. 1998.
- Conceptos sobre la evaluación de riesgo por deslizamiento. Alvaro González G. VI Jornadas Geotécnicas. Sociedad Colombiana de Ingenieros. 1990.
- Metodología para estudios de riesgo por deslizamientos a escala intermedia. Alvaro González G. VI Jornadas Geotécnicas. Sociedad Colombiana de Ingenieros. 1990.
- Estudio para el análisis y caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá. Volumen 1. Informe General. IRH Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda. EAAB. 1995.
- Fotos aéreas, números 3657 y 3658 vuelo R – 1131 de Noviembre 6 de 1990, escala 1 : 5000.
- Registros pluviométricos Estación Venado de Oro.
- Planos cartográficos de Santa Fe de Bogotá del Departamento Administrativo de Catastro Distrital, planchas L-400 y L-508, del año 1992 y con escala 1:1000.

2.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Se realizó un reconocimiento detallado de la zona de estudio, a partir del cual se conocieron aspectos sobre el origen y evolución del barrio, así como antecedentes de la problemática existente. Se determinaron aspectos geomecánicos relacionados con una identificación estratigráfica de diferentes puntos de la zona de estudio, así como tipo de material y consistencia; se identificaron zonas de depósito y de material in situ; se observaron aspectos referidos con la calidad y estabilidad de las viviendas existentes; se evaluaron condiciones morfológicas en cuanto a la presencia y desarrollo de procesos erosivos y en general problemas de inestabilidad y se identificación de fenómenos de remoción en masa. Se inspeccionaron las características del drenaje natural y las condiciones físicas de la infraestructura vial y de servicios, especialmente del alcantarillado. Con base en el reconocimiento, se realizó la distribución y programación de la exploración geotécnica, y la zonificación cualitativa de amenaza, riesgo y vulnerabilidad.

2.3 TOPOGRAFIA

El plano base del área de estudio se elaboro a partir del plano digital del Departamento

Administrativo de Catastro Distrital, DACD, escala 1:1000 con base en fotografías aéreas de 1990. Plano No. 1.

Se adquirió en el DACD la capa de manzanas y predios y la capa de curvas de nivel cada metro.

La precisión del plano de Catastro fue verificada en terreno mediante la construcción de una poligonal y el levantamiento de secciones transversales, programadas adicionalmente para la realización de los análisis de estabilidad en los sitios reconocidos en campo como potencialmente de mayor riesgo.

Por medio de topografía terrestre se incorporaron al Plano base, las vías de acceso a la zona de interés, que en el caso de la prolongación de la calle 29 sur, sirve de limite al área de estudio. Las manzanas y los lotes se tomaron del plano de Catastro.

El Plano No. 1 muestra las 7 secciones levantadas, incluyendo la vía que sirve de limite (sección No. 6). Adicionalmente se materializaron dos mojones sobre terreno libre en cercanías de la prolongación de la transversal 12 E, entre las carreras 29S y 31S, para facilitar la localización de la obras de control y mitigación que se diseñen. (Mojón No 1. Norte = 96.051,03; Este = 99.630,10, Elevación = 2.748,84 m.s.n.m; Mojón No 2. Norte = 95.962,03; Este = 99.615,18, Elevación = 2.770,88 m.s.n.m.). Estos mojones aparecen ubicados en el Plano 1(Mapa topográfico y Localización de Secciones).

De los levantamientos topográficos en campo, se presentan en el Anexo No. 6, las carteras, con los ajustes y cierres respectivos. Los trabajos de topografía y de exploración del subsuelo fueron supervisados por el Ingeniero Juan Francisco Sánchez.

La base de coordenadas fueron amarradas a placas CD's del IGAG, mediante poligonales cerradas en línea y lectura doble. El Plano No. 2 se presentan los perfiles de las secciones topográficas efectuadas y en el Anexo No. 6, las carteras de campo.

2.4 EXPLORACION SUBSUPERFICIAL

Con el objeto de realizar la caracterización geomecánica y los análisis de estabilidad de la zona de estudio, se programó y efectúo una exploración geomecánica la cual se adelantó mediante la ejecución de apiques, barrenos y trincheras; en el sitio se realizó el ensayo de penetración estándar con martillo de 140 libras. En total se ejecutaron 10 apiques y 3 trincheras. La ubicación de lo realizado se presenta en el Plano No. 3. Durante la ejecución de la exploración se tomaron muestras representativas (de bolsa y bloques) de cada tipo de material tanto de relleno como de suelo residual y de arcillolíta, a los cuales se les realizaron ensayos de mecánica de suelos de clasificación (humedad natural, límites LL, LP, gradación) y de resistencia (corte directo).

Los registros de campo se relacionan en el Anexo No. 1; los resultados de laboratorio y las respectivas memorias se presentan en los Anexos Nos. 2 y 3 respectivamente.

2.5 INVENTARIO DE VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURA

Actividad de campo consistente en una evaluación e inventario tanto de las viviendas existentes como de la infraestructura de servicios (vías, acueducto, alcantarillado). En

el Cuadro No. 7 y el Plano No. 5, se relaciona el inventario que sirve de base para el análisis de vulnerabilidad. La metodología y resultados se presentan en el numeral 4.3.

En la ultima columna del inventario (Cuadro No 7) se relaciona el estado del proceso de reubicación de las familias a cargo de la UPES. Las viviendas marcadas con el código 0, corresponden a viviendas a las cuales no se les ha definido ningún proceso de reubicación. El código 1, indica que el proceso de reubicación de las familias que habitaban esa vivienda ya esta terminado y el código 2, se refiere a viviendas que se encuentran actualmente en proceso de reubicación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CAPITULO 1

EXCAVACIONES Y DESCAPOTE

1.1 ALCANCE

La parte de la obra que se especifica en este capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales, acarreo libre de 500 m, y equipos para la correcta ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones requeridas para las diferentes obras de estabilidad y establece las normas para medida y pago de la parte de la misma relacionada con estas excavaciones, entre las cuales se incluyen:

- Limpieza y descapote en los sitios requeridos de la obra.
- Excavación de perfilamiento de taludes para la conformación de terraceos.
- Excavaciones misceláneas tales como para cunetas, para accesos peatonales, apiques, trincheras y otros tipos de zanjas
- Protección de superficies excavadas.
- Excavaciones adicionales
- Remoción de derrumbes

1.2 GENERALIDADES

El Contratista deberá ejecutar las excavaciones de acuerdo con los métodos estipulados en este capítulo o por cualquier otro procedimiento que permita obtener resultados finales satisfactorios, siempre y cuando éstos sean aprobados por la UPES-FOPAE.

La aprobación por parte de la UPES-FOPAE de los procedimientos de excavación no exime al Contratista de su responsabilidad de obtener las secciones de excavación indicadas en los planos y de garantizar la estabilidad de todos los taludes excavados en la obra.

Todos los daños resultantes de las operaciones del Contratista durante cualquier excavación, incluyendo daños a cimentaciones, a superficies excavadas o a estructuras existentes en las zonas aledañas a dicha excavación, deberán ser reparados por cuenta del Contratista y a satisfacción de la UPES-FOPAE.

Cuando una excavación o un tramo de excavación haya sido terminado hasta las líneas y cotas especificadas, el Contratista deberá notificar a la UPES-FOPAE, quien procederá a inspeccionar dicha excavación. No se deberá continuar con los trabajos de conformación de rellenos, mientras no se haya dado por terminada la inspección y el Contratista haya obtenido de UPES-FOPAE una autorización por escrito para realizar

dicho trabajo. El Contratista deberá retirar y reemplazar por su cuenta los materiales con los cuales haya cubierto cualquier excavación, sin la previa inspección y aprobación por escrito de la UPES-FOPAE.

El Contratista deberá suministrar y mantener todos los sistemas temporales y permanentes de bombeo y drenaje, necesarios para evacuar o drenar el agua en las áreas excavadas y en las superficies de los taludes, para mantener estas superficies libres de agua. No habrá medida ni pago por separado por estas actividades, tal como está estipulado en el capítulo “Control de aguas durante la construcción”.

1.3 LIMPIEZA Y DESCAPOTE

La limpieza y descapote deberán llevarse a cabo en las áreas de homogenización para conformar rellenos. Todas las áreas en que se haga limpieza y descapote deberán ser aprobadas previamente por la UPES-FOPAE.

La limpieza consiste en el retiro de toda la vegetación u otro material no deseable, de manera tal que la superficie del terreno quede despejada. La limpieza incluye la tala y eventual corte de árboles y arbustos, el corte de maleza y la remoción, transporte y disposición de todos los residuos respectivos.

El descapote consiste en la remoción de todo el material que sea necesario retirar para lograr una fundación adecuada para cualesquiera de las estructuras de la obra o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción. El descapote incluye la remoción de troncos, raíces, material orgánico y materiales de sobrecapa.

Los materiales provenientes de las operaciones de limpieza y descapote al igual que todos los materiales excavados que no se utilicen en la obra, deberán ser retirados por el Contratista a las zonas de botadero aprobadas por la UPES-FOPAE y de acuerdo con la especificación “Retiro de Sobrantes y Disposición de Materiales”.

Con excepción del corte de árboles de más de cincuenta centímetros de diámetro en la base, no se hará ningún pago por separado por limpieza, ni por el cargue, transporte y descargue en los sitios de botaderos de todos los materiales sobrantes; Los costos correspondientes a estas actividades deberán incluirse dentro de los precios unitarios aplicables de la Lista de Cantidades y Precios. El descapote se pagará dentro del ítem de excavación correspondiente.

1.4 LIMITES DE EXCAVACION

La excavación comprende la remoción de cualquier material por debajo de la superficie del terreno hasta las líneas y cotas especificadas en los planos o indicadas por la UPES-FOPAE. Incluye igualmente el corte de las raíces que se encuentren dentro de la sección de excavación o en vecindades de la misma, o en cualquier otra área en donde se requiera ejecutar dicha labor de acuerdo con lo indicado por la UPES-FOPAE. Para tal efecto el Contratista deberá disponer de los equipos adecuados, incluyendo motosierras.

El Contratista no deberá excavar más allá de las líneas y cotas mostradas en los planos o indicadas por la UPES-FOPAE sin la previa aprobación por escrito de ésta última. Cualquier excavación que se haga por fuera de las líneas y cotas mostradas en los planos o indicadas por la UPES-FOPAE, que el Contratista lleve a cabo por cualquier propósito o razón, será por cuenta del Contratista aunque haya sido aprobada por la UPES-FOPAE. Si en opinión de UPES-FOPAE, dicha excavación debe rellenarse a fin de completar la obra, el relleno correspondiente en concreto o cualquier otro material aprobado por la UPES-FOPAE, deberá ser hecho por cuenta del Contratista, a satisfacción de la UPES-FOPAE.

Donde las superficies excavadas se cubran con concreto, las excavaciones deberán ejecutarse como mínimo hasta los límites mostrados en los planos o indicados por la UPES-FOPAE.

1.5 METODOS DE EXCAVACION

1.5.1 GENERALIDADES

El Contratista deberá tomar todas las precauciones que sean necesarias y emplear los métodos de excavación más adecuados, para obtener superficies de excavación regulares y estables que cumplan con las dimensiones requeridas. La excavación deberá hacerse con maquinaria o a mano, o una combinación entre ambas. De acuerdo con lo expuesto más adelante, la UPES-FOPAE aprobará el método de excavación y el equipo conveniente, entre los que proponga el Contratista. Se podrán utilizar máquinas retroexcavadoras o tractor de orugas en campo abierto y/o en donde las construcciones y servicios existentes sean pocos, siempre que tales equipos no causen daños a las instalaciones aéreas o subterráneas, a los árboles o estructuras, casas, etc. Cuando las excavaciones se lleven a cabo cerca a estructuras existentes o a sectores que tengan que excavarse posteriormente, tal excavación se ejecutará básicamente a mano y se deberán tomar todas las precauciones para evitar que la masa de suelo que se vaya a excavar posteriormente sufran daño o alteración. Independientemente del método de excavación empleado por el Contratista y aprobado por la UPES-FOPAE y de las medidas preventivas tomadas, todo daño que se llegare a presentar deberá ser reparado por y a cuenta del Contratista y a satisfacción de la UPES-FOPAE.

Antes de iniciar la excavación en cualquier sector, el Contratista deberá someter a estudio, revisión y aprobación de la UPES-FOPAE con quince (15) días de anticipación, una memoria técnica detallada, en la cual se indiquen los métodos de excavación que se propone emplear, el personal y equipos asignados, rendimientos, el programa de ejecución de los trabajos, la investigación de las interferencias, la localización y el manejo de las redes de agua, gas, teléfono, alcantarillado, energía afectadas por la obra, manejo de aguas, retiro de sobrantes, manejo del entorno ambiental, etc. El Contratista sólo podrá iniciar la excavación una vez que la UPES-FOPAE haya aprobado tales procedimientos y métodos de excavación. Si en opinión de la UPES-FOPAE los métodos de excavación adoptados por el Contratista no son satisfactorios, el Contratista deberá hacer todos los cambios y ajustes en los procedimientos que

sean necesarios para obtener resultados satisfactorios. Todos los costos en que se incurra por razón de tales cambios serán por cuenta del Contratista. La aprobación por parte de la UPES-FOPAE de los métodos de excavación, no releva al Contratista de su responsabilidad sobre los efectos que tales procedimientos puedan tener para la obra ni de reparar a su costa todos los daños o perjuicios que se causen a otras propiedades de terceros o de la misma obra.

1.5.2 USO DE EXPLOSIVOS

En general, no se permitirá el uso de explosivos para excavaciones o demoliciones. El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación de la UPES-FOPAE.

Las horas durante las cuales podrán utilizarse explosivos, serán señaladas por la UPES-FOPAE. El empleo de explosivos se debe limitar a la zona necesaria para la ejecución del trabajo y su poder y cantidad deben ser tales que no aumenten indebidamente la excavación, destrocen la roca, o dañen estructuras existentes. El Contratista conseguirá los permisos gubernamentales y tendrá responsabilidad total y asumirá todos los riesgos en cuanto a suministro, transporte, almacenamiento y utilización de explosivos. Será obligación del Contratista enterarse de todas las disposiciones gubernamentales vigentes sobre adquisición, transporte y manejo de explosivos y éstas serán válidas para efectos de esta especificación.

En el caso que se requiera utilizar explosivos, el Contratista debe presentar una memoria técnica detallada, donde se describan el tipo de explosivo, número de barrenos, cantidades de explosivos por barreno, tipo y número de petardos y en general, los cálculos completos y la relación de personal y equipo a utilizar en esta actividad. En caso que la excavación sea sistemáticamente en roca, la entrega de la memoria técnica deberá realizarse con 30 días de anticipación a la iniciación de la obra.

El uso de explosivos no será permitido cuando exista peligro de fracturación excesiva del material circundante o de aflorar o perturbar de alguna manera el terreno.

El Contratista estará obligado a reparar a su costa los daños que causen las voladuras y será responsable por todos los daños, siniestros, accidentes y perjuicios de cualquier clase que ocasione el empleo de explosivos.

1.6 CLASIFICACION DE LOS MATERIALES EXCAVADOS

Para efectos de pago, los materiales excavados se clasificarán según su composición, dureza y naturaleza en material común, conglomerado y roca.

El material común estará conformado por desechos y escombros mezclado con suelos arcillosos, limosos y/o arenosos, de consistencia media a dura, los cuales se pueden excavar manualmente y/o con equipo convencional.

El material tipo conglomerado estará constituido por cantos, guijarros y bloques de arenisca y/o arcillolita, cuyos tamaños varían entre 0.30 m a 1 metro de diámetro promedio, embebidos en una matriz arcillosa, limosa, con arena. La excavación puede efectuarse con equipo convencional tipo retroexcavadoras, bulldozers.

La roca corresponderá a areniscas y/o arcillolitas y/o intercalaciones de areniscas y arcillolitas, las cuales pueden ser excavadas con ripper y excepcionalmente mediante el uso de explosivos. Como roca también se clasifican los bloques de arenisca de tamaño mayor a 1 metro de diámetro promedio, cuya remoción puede hacerse con ripper.

1.7 EXCAVACION PARA CONFORMACION DE RELLENO

La excavación para conformación de relleno y terraceo comprende la extracción del material suelto, movido y/o material aflorante sobre el cuerpo de los taludes existentes, con el objeto de homogenizar el área para conformación de rellenos, así como la de eliminar el material suelto. Comprende también el cargue, acarreo y su disposición en las zonas destinadas para tal fin, comprende además el tratamiento de los taludes y el manejo de las aguas en los sitios excavados.

Estas excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo con los alineamientos, pendientes, rasantes, y dimensiones que aparecen en los planos o que ordene la UPES-FOPAE, quien durante el progreso del trabajo podrá, si lo considera conveniente, variar sus taludes o dimensiones, de acuerdo con las condiciones que se presenten.

El Contratista deberá utilizar sistemas de excavación que mantengan los contornos de la excavación tan ajustados como sea posible a las líneas indicadas en los planos y que reduzcan al mínimo las sobreexcavaciones.

El contratista deberá someter a aprobación de la Empresa los procedimientos de excavación, cargue, acarreo y disposición de los materiales y tener en cuenta las observaciones e instrucciones de la Empresa al respecto. Tal aprobación a dichos procedimientos no exonera al Contratista de su responsabilidad y obligación por realizar la obra de acuerdo con lo exigido en estas especificaciones y en los planos.

Igualmente, la Empresa podrá exigir el cambio o modificación de los sistemas cuando, en su concepto, no se están obteniendo los resultados esperados, sin que esto de lugar a ningún reclamo por parte del Contratista ; y el Contratista está obligado a presentar sistemas alternativos adecuados y obtener la autorización de la Empresa, sin que haya lugar a pagos adicionales o diferentes a los estipulados en este Capítulo.

El Contratista como parte de los trabajos de excavación deberá tomar todas las medidas necesarias para proteger las superficies y acarreo de materiales producidos por infiltraciones y drenajes.

Cualquier daño resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a las superficies excavadas y/o a cualquier estructura existente, será reparado por éste a su propio costo y a satisfacción de la Empresa.

1.8 EXCAVACIONES MISCELANEAS

Las excavaciones misceláneas incluyen las excavaciones menores tales como canales escalonados, cunetas, accesos peatonales, apiques, trincheras y otros tipos de zanjas y todas las demás excavaciones que no estén especificadas por separado en este capítulo ni que correspondan a estructuras mostradas en los planos de la UPES-FOPAE y que se requiere para estudios de suelos o para el desarrollo de la obra, previa autorización de la UPES-FOPAE. Los apiques y trincheras ejecutados por el Contratista para la investigación y localización de interferencias se deberán realizar de acuerdo con estas especificaciones y su pago se hará de acuerdo con el ítem de Excavaciones Misceláneas.

Las excavaciones misceláneas se deberán ejecutar de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por la UPES-FOPAE.

1odos los materiales excavados no utilizables, deberán ser cargados y transportados a las zonas de botadero aprobadas por la UPES-FOPAE, de acuerdo con lo estipulado en el capítulo "Retiro de Sobrantes y Disposición de Materiales".

1.9 PROTECCION DE LAS SUPERFICIES EXCAVADAS

El Contratista será responsable por la estabilidad de todos los taludes temporales y deberá soportar y proteger todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la iniciación de los trabajos de relleno requeridos por la obra.

El soporte y protección incluirá el suministro y remoción de todos los elementos de contención y soportes temporales bien sea por medio de entibados o estructuras que el Contratista considere adecuados para la obra.

El manejo del agua superficial, la evacuación del agua subterránea o de cualquier otro tipo de aguas y el suministro y mantenimiento de los sistemas de drenaje y bombeo que se requieran para mantener estables los taludes y evitar que el agua penetre en las excavaciones, se ejecutarán según lo especificado en el capítulo "Control de aguas durante la construcción" o las indicaciones de la UPES-FOPAE.

1.10 REMOCION DE DERRUMBES

Todos los derrumbes que ocurran en el área de la obra, después de iniciada la construcción y que no hayan sido causados por negligencia del Contratista, deberán ser retirados por éste, de acuerdo con las instrucciones de la UPES-FOPAE, hasta las líneas y pendientes determinadas por la misma. El talud de falla resultante del derrumbes se conformará hasta obtener un talud estable según lo indique la UPES-FOPAE.

Todo daño atribuible a descuidos del Contratista, deberá ser reparado por éste a su costa. El Contratista deberá remover el derrumbe tan pronto lo ordena la UPES-FOPAE, restableciendo las cunetas y las obras o desagües que hayan dañado.

Los materiales de derrumbes no utilizable deberán ser cargados y transportados a las zonas de botadero aprobadas por la UPES-FOPAE.

1.11 RETIRO DE SOBRANTES Y DISPOSICION DE MATERIALES

Previamente al desarrollo de esta actividad, el Contratista deberá caracterizar geomecánicamente el material de excavación con el objeto de definir su uso como material de préstamo para la construcción de los diferentes rellenos.

Antes que el Contratista inicie los trabajos de excavación, deberá someter para la aprobación de la UPES-FOPAE, detalles completos de los sitios y disposición de los materiales, delimitando las áreas, recorridos y características del equipo de transporte, volúmenes a ser depositados y sistema de compactación de los materiales y cualquier otra información adicional que la UPES-FOPAE considere necesaria. Solamente después de que el plan presentado por el Contratista sea aprobado por la UPES-FOPAE, éste podrá iniciar los trabajos de excavación. Esta aprobación no exime al Contratista de la responsabilidad de asumir todos los riesgos y costos por emplear tal plan.

En general el material excavado no utilizable se retirará a sitios de botadero tan pronto como se excave. No se recomienda la disposición de materiales sobrantes en la zona de trabajo, por lo cual se ha considerado una distancia promedio a las zonas de disposición de materiales sobrantes, de diez (10) kilómetros, distancia considerada para el respectivo análisis del costo unitario.

El Contratista retirará hasta los sitios de botadero escogidos por él mismo y aprobados por la UPES-FOPAE, todos los materiales sobrantes. Estos materiales se retirarán a medida que avance la obra, con el fin de evitar obstrucciones en los sitios de trabajo.

Será por cuenta del Contratista la negociación para utilizar las zonas de botadero escogidas por él mismo. Si lo considera necesario, la UPES-FOPAE podrá solicitarle al Contratista copia del respectivo documento de negociación. Las zonas de botadero deben dejarse en condiciones satisfactorias de compactación, nivelación y drenaje. El Contratista preparará adecuadamente los sitios de botadero, y colocará los materiales de desecho en forma adecuada por obtener estabilidad. Si la UPES-FOPAE considera inadecuada la colocación podrá ordenar al Contratista cambiar la disposición de los desechos sin que esta orden sea motivo de pago adicional. El Contratista escogerá sitios para botadero que no perjudiquen intereses urbanos, tanto de la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C., como de terceros; los costos por derechos de botadero y acondicionamiento que estos sitios requieran, deberán incluirse en los precios unitarios correspondientes a transporte y disposición de materiales sobrantes.

El Contratista deberá retirar a su costa de la obra a los sitios de botadero aprobados por la UPES-FOPAE o depósitos si es el caso todo material de su propiedad sobrante y/o rechazado por deficiente calidad por la UPES-FOPAE.

Los sitios de botadero deben ser aprobados por la UPES-FOPAE y no podrán ser cauces de ríos o canales, ni lagos, ni humedales, ni ningún otro elemento que afecte el ecosistema.

La UPES-FOPAE tendrá un inspector en el botadero que verificará que los materiales fueron transportados hasta allí, y no se pagará el transporte en caso de que no se demuestre que el material fue depositado en el botadero aprobado.

Para la disposición de materiales el Contratista deberá cumplir en todo con la Resolución 541 del Ministerio del Medio Ambiente, expedida el 14 de diciembre de 1994.

1.12 MEDIDA Y PAGO

1.12.1 GENERALIDADES

Esta parte de la obra consistirá en el suministro de toda la mano de obra, planta y equipo, y la ejecución de todo lo requerido para realizar las excavaciones de la obra.

Los siguientes trabajos se deben realizar para completar esta parte de la obra, se medirán y pagarán como se establece a continuación:

1. Ejecución de sondeos, Estudios de suelos y elaboración de ensayos de laboratorio.

2. El cargue, transporte, descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en la Especificación “Retiro de Sobrantes y Disposición de Materiales”.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

1. Los descapotes efectuados sobre las instalaciones y campamentos del Contratista no tendrán pago por separado, el material resultante del descapote sobre estas áreas deberá ser apilado adecuadamente para luego ser extendido al levantarse las instalaciones y campamentos.

2. Excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación mostrados en los planos o indicados por la UPES-FOPAE, que sean llevadas a cabo por el Contratista intencional o accidentalmente, aunque tales excavaciones hayan sido aprobadas por la UPES-FOPAE.

3. Rellenos en concreto o cualquier otro material de las excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación mostrados en los planos o indicados por la

UPES-FOPAE y que en concepto de ésta deben rellenarse para completar esta parte de la obra.

4. Los derrumbes que se presenten en la obra por descuidos atribuibles al Contratista, negligencia del Contratista en la ejecución de las obras o utilización de procedimientos constructivos que no cumplan con lo estipulado en estas especificaciones.

5. El corte de las raíces que se encuentren en las excavaciones requeridas para la obra.

6. El suministro, instalación, operación y mantenimiento de las bombas y tuberías para el manejo del agua superficial y el drenaje de las áreas de trabajo en todos las excavaciones se hará de acuerdo a lo estipulado en la especificación para "control de agua durante la construcción", sus costos deberán estar incluidos en los ítems correspondientes que se afectan.

7. Los trabajos relacionados con el uso de explosivos cuando sea indispensable su utilización, pues su costo deberá estar incluido en los precios unitarios de excavaciones o de demolición según el caso; tampoco se reconocerán mayores costos o ampliaciones de plazo por las dificultades que se presenten para la adquisición de los explosivos.

8. Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

1.12.2 REQUISITOS PARA MEDIDA Y PAGO DE EXCAVACIONES

La UPES-FOPAE no autorizará la medida y pago de un volumen excavado de material, hasta cuando el Contratista haya completado a satisfacción de la UPES-FOPAE y en todo de acuerdo con estas especificaciones, los siguientes trabajos que se relacionan con algunas partes de la obra:

1. En las excavaciones en corte abierto y subterráneas, hasta no haber completado los trabajos de soporte y protección con alguno de los sistemas especificados y/o requeridos por la UPES-FOPAE.

2. En cualquier excavación, hasta no haber recolectado y manejado adecuadamente las aguas de acuerdo con lo estipulado en el capítulo "Control de aguas durante la Construcción".

3. Haber efectuado la limpieza y preparación de las superficies excavadas y de las áreas de trabajo aledañas a la excavación.

4. Haber efectuado el cargue y transporte del material excavado y del proveniente de las labores de limpieza y descapote hasta las zonas de botadero o de depósito aprobadas por la UPES-FOPAE.

1.12.3 MEDIDA

La medida para el pago de remoción de derrumbes no imputables al Contratista, será el volumen en metros cúbicos de material en su posición original determinado con base en las secciones del proyecto y las tomadas después de ocurrir el desplazamiento. Cuando no sea posible calcular el valor por medio de secciones, se medirá el volumen suelto sobre la volqueta y se afectará de un factor de reducción del material, determinado mediante ensayos de laboratorio. El cargue, transporte y descargue de los materiales no utilizables de derrumbe se medirá y pagará, de acuerdo con la Especificación "Retiro de sobrantes y Disposición de los materiales", para lo cual se considera como unidad de medida el metro cúbico y una distancia promedio al sitio de disposición de 10 kilómetros.

1.12.4 PAGO

Esta parte de la obra consistirá en la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo todas las excavaciones y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipos, control de agua, energía y mano de obra necesarios para completar todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado según lo establecido en esta sección. El pago se efectuará a los precios unitarios indicados en la Lista de Cantidades y de Precios del contrato.

1.12.5 ITEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este capítulo, deberá estar cubierto por los precios unitarios indicados en la propuesta del Contratista para los siguientes ítems:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
1.1	Excavación para conformación de rellenos	
1.1.1	Excavación en material común	m3
1.2	Excavaciones misceláneas	
1.2.1	Excavación en material común	m3
1.2.2	Excavación en conglomerado	m3
1.3	Remoción de derrumbes	m3
1.4	Retiro de sobrantes y disposición de materiales	m3

CAPITULO 2

RELLENOS

2.1 ALCANCE

Este capítulo trata sobre las especificaciones técnicas para la ejecución de los rellenos requeridos en la construcción de las obras objeto del proyecto. Incluye también los rellenos en Tierra Negra, que el Contratista deberá suministrar y colocar para recubrir la superficies de zonas verdes, de paisajismo y áreas para siembra de árboles

De acuerdo con las especificaciones contenidas en este capítulo, y como se indica en los planos, el Contratista deberá suministrar, preparar, procesar y compactar los materiales necesarios para construir los terraplenes, terrazas y cualquier otro relleno permanente en la obra. Para tal fin el Contratista deberá mantener los rellenos construidos hasta la terminación de las obras.

La parte de la obra que se especifica comprende además, el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales, equipo y la realización de todos los trabajos necesarios para la ejecución de los diferentes rellenos.

En este capítulo se establecen las normas para la medida y pago de los trabajos entre los cuales se incluyen los siguientes:

- Rellenos para conformación de terrazas.
- Rellenos para conformación de taludes.
- Rellenos en zonas verdes y de paisajismo.

2.2 GENERALIDADES

Toda superficie contra la cual, o sobre la cual, se va a colocar material de relleno se preparará y conformará según lo estipulado en este Capítulo y/o lo indicado en los planos.

Toda superficie deberá ser drenada en forma satisfactoria y no se deberá colocar ningún material hasta tanto la base de la superficie haya sido conformada, inspeccionada y aprobada por la Empresa.

Antes de iniciar los trabajos de relleno, la superficie deberá estar totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho, escombros y material suelto; no deberán presentar zonas con agua estancada ó inundadas.

Para superficies de suelos sobre los cuales se va a colocar material de relleno se nivelará lo suficiente para que el equipo de compactación pueda trabajar a su máxima

eficiencia. Estas superficies deberán estar libres de agua fluyendo ó estancada y las mismas se deberán humedecer o secar según se indique.

Las superficies con partes rocosas y partes de suelo sobre las cuales se va a colocar material de relleno, se nivelará lo suficiente para que el equipo de compactación pueda trabajar de manera eficiente y se eliminarán las protuberancias ó salientes de roca que queden en la superficie. Cuando así se indique, se deberá remover el suelo entre salientes de roca y el espacio libre deberá ser rellenado con material similar al que se va a colocar, compactándolo con equipos pequeños, del tipo de martillos y/o ranas.

Cuando el terreno esté limpio y drenado, se deberá escarificar la base del terraplén con el fin de lograr una liga íntima entre el material a colocar y el terreno natural.

La escarificación se hará hasta la profundidad que indiquen los planos u ordene la UPES-FOPAE y se podrán utilizar arados, rastras de puntas, rastras de discos, escarificador ó cualquier otro implemento que produzca el efecto deseado.

Terminada la escarificación se revolverá el material suelto resultante de esta operación con el material de relleno, procurando obtener una mezcla homogénea de materiales, antes de iniciar la compactación.

2.3 MATERIALES

Los materiales para los rellenos se obtendrán, según el caso, de las excavaciones o de las fuentes seleccionadas por el Contratista y aprobadas por la UPES-FOPAE.

Por lo menos 15 días antes de que el Contratista se proponga iniciar los trabajos de relleno, deberá someter a la consideración de la UPES-FOPAE las fuentes de materiales y deberá presentar muestras representativas y los resultados de los ensayos de laboratorio. El suministro de las muestras y los ensayos no serán objeto de pago adicional. No se hará pago por separado por la explotación, procesamiento, selección, apilamiento o transporte de cualquier material de relleno. También deberá presentar una caracterización del material existente en el sitio y/o producto de las excavaciones, con el objeto de indicar su uso en la conformación de los diferentes rellenos. A los materiales con opción de uso para rellenos, se les realizará ensayos de clasificación y de compactación Proctor Estándar y Modificado), los resultados se presentarán a la UPES-FOPAE para su concepto y/o aprobación.

Se utilizará Tierra Negra, para los correspondientes rellenos, constituída por limos arenosos orgánicos y humus, apta para la siembra de cualquier especie vegetal. Deberá ser suelta, poco cohesiva, libre de otro tipo diferente de materiales del subsuelo, troncos, restos vegetales, piedras de diámetro superior a 3” y cualquier otro elemento inconveniente para el apropiado crecimiento de las plantas.

En general cada tipo de relleno deberá ser aprobado por la UPES – FOPAE.

2.4 TIPOS DE RELLENO

2.4.1 RELLENO TIPO 2

Se denomina relleno Tipo 2 el constituido por materiales de recebo que no contenga limo orgánico, material vegetal, basuras, desperdicios o escombros. Cuando este material se utilice en el relleno alrededor de las estructuras y zanjas para tuberías que atraviesen vías u obras que exijan material de sub-base, el relleno se deberá ejecutar con material Tipo 2 compactado al 95% del Proctor modificado hasta llegar al nivel inferior de la sub-base.

El tamaño máximo del material no deberá exceder de cinco (5) centímetros. El contenido de finos (porcentaje que pasa el tamiz #200) deberá ser inferior al veinticinco por ciento (25 %), y el índice de plasticidad del material que pasa por el tamiz No. 40 será menor de 10. El material deberá cumplir con la siguiente granulometría:

Tamiz	Porcentaje que pasa
2”	100
1”	50-100
No. 4	20-70
No. 40	0-40
No. 200	0-25

El relleno se colocará y compactará a cada lado de la tubería o alrededor de las estructuras en capas horizontales no mayores de 15 centímetros de espesor final. La compactación se hará con pisones apropiados o planchas vibratorias y con la humedad óptima, a fin de obtener una compactación mínima de 90 % del Proctor Modificado, de acuerdo con las secciones mostradas en los planos o indicadas por la UPES-FOPAE.

El material se colocará y compactará en capas simétricas sucesivas hasta un mínimo de 15 centímetros sobre la clave exterior de la tubería. Se deberá tener especial cuidado en no desplazar la tubería o golpearla al colocar el relleno evitando dañar el revestimiento de ésta. Los métodos y equipos de compactación deberán tener la aprobación de la UPES-FOPAE.

El relleno que se coloque por debajo de la excavación proyectada para las zanjas de la tubería (que es una capa de mejoramiento del piso de fundación de la tubería), deberá hacerse con material Tipo 2 o Tipo 6 debidamente compactados y nivelados antes de colocar el relleno requerido según el caso que se especifique en los planos. Si se utiliza relleno Tipo 2, se deberá compactar como mínimo al 95% del Proctor Modificado.

2.4.2 RELLENO TIPO 3

En los sitios mostrados en los planos u ordenados por la UPES-FOPAE, se podrán conformar los rellenos con material proveniente de las excavaciones, siempre que este no sea limo-orgánico, sobrante de construcción o cualquier material inconveniente. Este relleno denominado Tipo 3 se colocará y compactará en las zanjas en capas horizontales uniformes de veinte (20) centímetros de espesor final. Cada capa se compactará convenientemente hasta tener una densidad del 90% del Proctor Modificado como mínimo o una densidad equivalente a la del terreno natural que originalmente existía. No se colocará una nueva capa hasta tanto la anterior haya sido compactada debidamente y aprobada por la UPES-FOPAE.

2.4.3 RELLENO TIPO TIERRA NEGRA

En los sitios mostrados en los planos u ordenados por la UPES – FOPAE, se conformarán rellenos con Tierra Negra, constituída por limos arenosos orgánicos y humus, apta para la siembra de cualquier especie vegetal. Deberá ser suelta, poco cohesiva, libre de otro tipo diferente de materiales del subsuelo, troncos, restos vegetales, piedras de diámetro superior a 3" y cualquier otro elemento inconveniente para el apropiado crecimiento de las plantas. El Contratista podrá utilizar materiales adecuados, escogidos y producto de las excavaciones.

2.5 EQUIPO DE COMPACTACION

La compactación del relleno se hará por medio de equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios, según sea el sitio de localización y tipo del relleno, y de acuerdo con lo indicado u ordenado por la UPES-FOPAE.

El Contratista mantendrá, en los lugares de trabajo, el equipo mecánico y manual necesario en buenas condiciones y en cantidad suficiente para efectuar oportunamente la compactación exigida en estas Especificaciones.

Los apisonadores manuales para la compactación de las capas horizontales deberán tener una superficie de apisonamiento no mayor de 15 x 15 centímetros y un peso no menor de diez (10) kilogramos.

Para la Tierra Negra y debido a la naturaleza del trabajo, esta actividad deberá realizarse por sistemas y herramientas manuales, no se requiere de equipo de compactación.

2.6 CONTROL DE COMPACTACION

En obra la Interventoría deberá comprobar la calidad del material a emplear en los rellenos mediante los correspondientes ensayos de clasificación, gradación y compactación.

El control de compactación de los rellenos se llevará a cabo comparando la densidad de campo con la máxima densidad seca obtenida en el laboratorio al 90% y/o 95% del Proctor Modificado. La densidad de campo de los rellenos se determinará de acuerdo con la Norma D-1556 de la ASTM. La máxima densidad seca de los materiales, se determinará en el laboratorio de acuerdo con la Norma D-1557 de la ASTM.

El Contratista deberá ejecutar por su cuenta y costo, en un laboratorio de suelos aceptado por la UPES-FOPAE, los ensayos de Proctor Modificado, gravedad específica y los análisis granulométricos de los diferentes materiales que pretenda usar y, antes de colocarlos y compactarlos, deberá contar con la respectiva aprobación de la UPES-FOPAE.

El Contratista deberá efectuar todas las operaciones necesarias para disponer en el lugar de las obras, el agua razonablemente limpia para la compactación.

Cuando la humedad natural de los materiales que servirán para la formación del terraplén, sea mayor que la adecuada para obtener la compactación especificada, el Contratista deberá reducir aquella con los procedimientos que estime conveniente.

Toda la superficie sobre la cual se va a colocar una capa de material deberá encontrarse muy cercana a su humedad óptima de compactación, en caso contrario se procederá a secarla o humedecerla previamente. Si la superficie se halla demasiado lisa se deberá escarificar la base del terraplén según lo establecido en las generalidades de este capítulo.

Las pruebas de compactación en el terreno, las hará la UPES-FOPAE con muestras tomadas de los sitios que estime conveniente.

En caso que los resultados de los ensayos presenten valores inferiores a los especificados, se deberán tomar las medidas complementarias necesarias tales como compactación adicional, escarificación, estabilización o cualesquiera otros procedimientos para lograr la especificación requerida. Estos trabajos deberán adelantarse sin ningún costo adicional para la UPES-FOPAE.

Para la Tierra Negra, no se deberá extender este tipo de material cuando se encuentra muy húmedo el material y/o el área de trabajo. Una vez extendido y emparejado y nivelado a las cotas requeridas, la superficie deberá repasarse con rastrillos manuales, para retirar raíces, troncos, piedras y cualquier elemento desechable, agregando el material adicional necesario. Este material no deberá quedar compactado con equipo; solo se requiere un apisonamiento manual.

2.7 MEDIDA Y PAGO

2.7.1 GENERALIDADES

La parte de la Obra para ser ejecutada a los precios unitarios de la Lista de Cantidades y Precios, consistirá en el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales y equipos y en la ejecución de todos los trabajos necesarios para realizar la colocación y

compactación, a las densidades especificadas, de los rellenos requeridos para la obra. Incluirá además el transporte, almacenamiento y manejo de los materiales de relleno, así como la preparación de las superficies sobre las cuales se vaya a colocar el relleno, de acuerdo con estas Especificaciones y lo indicado por la UPES-FOPAE.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

Los trabajos necesarios para manejar el agua superficial, de infiltración y el drenaje, durante la colocación de los rellenos.

El cargue, transporte, descargue y disposición de los materiales de desecho producto de la selección que ordene la UPES-FOPAE para los materiales de relleno.

Explotación, procesamiento, selección, transporte, ensayos y suministro de muestras del material que será utilizado como relleno.

Relleno en cualquier otro material de las excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación mostrados en los planos o indicados por UPES-FOPAE y que en concepto de ésta deben rellenarse para completar esta parte de la obra, por razones imputables al Contratista.

Materiales de relleno que sean rechazados y desechados antes de su colocación, o aquellos rellenos que una vez colocados deben ser retirados y reemplazados por no cumplir con lo estipulado en esta Especificación aunque hayan sido aprobados por la UPES-FOPAE.

Rellenos utilizados por el Contratista para su propia conveniencia o en estructuras no permanentes de la obra, aunque éstos hayan sido autorizados por UPES-FOPAE.

Cargue y retiro de los materiales sobrante del relleno, hasta las zonas de botaderos o de depósito aprobados por la UPES-FOPAE.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

2.7.2 REQUISITOS PARA MEDIDA Y PAGO

La UPES-FOPAE no autorizará la medida y el pago de un volumen de relleno, hasta que el Contratista haya completado, a satisfacción de la UPES-FOPAE y en todo de acuerdo con las Especificaciones, los siguientes trabajos que se relacionan con algunas partes de la obra:

Suministro de muestras y ejecución de los ensayos a cargo del Contratista y cumplimiento de los requisitos de compactación establecidos en este Capítulo.

Limpieza, terminación de las superficies, cargue y transporte del material sobrante de los rellenos, hasta las zonas de botadero o de depósito aprobadas por la UPES-FOPAE.

2.7.3 MEDIDA

La medida para el pago de cada uno de los tipos de relleno será el volumen en metros cúbicos (m3) medido en el sitio y comprendido entre las líneas y cotas de excavación mostradas en los planos o indicadas por la UPES-FOPAE y las líneas y cotas finales de relleno indicadas en los planos o establecidas por la UPES-FOPAE. La medida se hará con base a secciones tomadas en terreno antes de la realización del trabajo y las correspondientes del proyecto.

2.7.4 PAGO

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de la Lista de Cantidades y Precios consistirá en la ejecución de los rellenos estipulados en esta Especificación y deberá incluir el suministro, selección, colocación, compactación, ensayos de laboratorio de todos los materiales, instalaciones, equipo, transporte, energía y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra, y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

2.7.5 ITEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta del Contratista para los siguientes Ítems:

Ítem	Descripción	Unidad de Medida
2.	Rellenos	
2.1	Relleno en recebo (material Tipo 2)	m^3
2.2	Relleno en material de excavación (Tipo 3)	m^3
2.3	Relleno en Tierra Negra	m^3

CAPITULO 3

DRENAJE Y SUBDRENAJE

3.1 ALCANCE

Este capítulo se refiere al suministro de todos los materiales, mano de obra, planta, equipos y a las normas y especificaciones para el manejo del agua superficial, drenaje de las áreas de trabajo, y las cunetas revestidas, de acuerdo con estas especificaciones y las indicaciones de la UPES-FOPAE.

3.2 GENERALIDADES

El Contratista deberá ejecutar el drenaje y desagüe de las aguas lluvias o de infiltración y de escorrentía con el fin de permitir el avance de los trabajos y la adecuación final de las diferentes zonas de trabajo. El Contratista deberá proteger las zanjas contra la inundación de las aguas superficiales mediante la construcción de cunetas, o cualquier otro sistema de contención de aguas adecuado, de manera que encaucen la escorrentía hacia el sistema de drenaje existente.

El Contratista deberá disponer de equipo suficiente, en buen estado de operación para que el sistema de drenaje permita la ejecución de los trabajos en seco.

El contratista deberá prever y evitar las irregularidades de las operaciones de drenaje, controlando e inspeccionando el equipo continuamente. Eventuales anomalías deberán ser eliminadas inmediatamente.

El agua retirada deberá ser conducida a través de mangueras o tuberías de longitud adecuada hasta el alcantarillado más cercano o sitio aprobado por la UPES-FOPAE con el fin de mantener secas las zonas de trabajo y evitar la inundación de las áreas aledañas.

3.3 SISTEMAS DE DRENAJE

3.3.1 DESCRIPCION

Esta actividad consiste en la construcción de cunetas en los sitios señalados en los planos o indicados por UPES-FOPAE. Esta actividad incluye la adecuación del terreno para la instalación de formaletas y la colocación y fundida del concreto.

3.3.2 MATERIALES

El material para construcción de las cunetas será concreto Clase D, de 2.500 p.s.i. (175 kg/cm^2), según lo especificado en el capítulo 7. El sello de juntas será asfalto sólido y/o cualquier otro aditivo que cumpla adecuadamente con la función de sellado.

3.3.3 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Las cunetas revestidas se deben acondicionar mediante los cortes o rellenos que sean necesarios para obtener la sección transversal, las cotas y los alineamientos especificados y/o indicados en los planos. Los materiales que resulten de las excavaciones se pueden utilizar para conformación de los rellenos, si se obtiene capa vegetal o material orgánico, estos se pueden utilizar para recubrimiento de cuerpos de talud para siembra de vegetación. Las depresiones debajo de las cotas especificadas se rellenarán con materiales seleccionados aceptados por la UPES-FOPAE. Las superficies satisfactoriamente conformadas se deben compactar cuidadosamente, empleando el equipo adecuado, bien sea con martillo, rana o cualquier equipo que asegure una buena compactación.

El concreto se debe mezclar en mezcladora mecánica y colocar en espesores que normalmente serán de diez (10) cm. La superficie debe quedar bien acabada, de sección uniforme y ajustada a los alineamientos de la calzada adyacente, libre de desperfectos visuales.

Las juntas de expansión del concreto serán verticales y normales al alineamiento de la cuenta. Se dispondrán a intervalos no mayores de cinco (5) m, y su espesor no será mayor de seis (6) mm. La UPES-FOPAE determinará si las juntas del concreto se han de dejar abiertas o selladas con asfalto.

Durante la construcción de las cunetas, el Contratista deberá mantener el control permanente de las aguas, tal como está estipulado en el capítulo “Control de aguas durante la Construcción” de estas especificaciones.

Los materiales de desecho, producto de la selección de los materiales que el Contratista deberá suministrar, se retirarán y dispondrán de acuerdo con lo estipulado en el capítulo “Retiro de sobrantes y disposición de materiales” de estas especificaciones.

Las pruebas de control de ejecución de la obra que sea necesario realizar en el terreno, las hará la UPES-FOPAE con muestras tomadas de los sitios que estime conveniente. En caso que los resultados de los ensayos no cumplan con los valores especificados, se deberán tomar las medidas complementarias necesarias para lograr la especificación requerida. Estos trabajos deberán adelantarse sin ningún costo adicional para la UPES-FOPAE.

3.4 MEDIDA Y PAGO

3.4.1 GENERALIDADES

Los precios propuestos en la Lista de Cantidades y Precios deberán incluir el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales y equipos para el cargue en fábrica, transporte, descargue, manejo y almacenamiento, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran

en los planos o indicados por la UPES-FOPAE, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tendrán medida ni pago por separado.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

Materiales que sean rechazados y desechados antes de su colocación o aquéllos que una vez colocados deben ser retirados y reemplazados por no cumplir con lo estipulado con estas Especificaciones o aquellos productos de la selección que ordene la UPES-FOPAE.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

3.4.2 REQUISITOS PARA MEDIDA Y PAGO

La UPES-FOPAE no autorizará la medida y pago de los tramos o sectores de desagües, hasta cuando el Contratista haya completado a satisfacción de la UPES-FOPAE y en todo de acuerdo con estas especificaciones, los siguientes trabajos que se relacionan con algunas partes de la obra:

El cargue y transporte del material excavado sobrante o rechazado y del proveniente de las labores de limpieza de la zona de trabajo.

Suministro de muestras y ejecución de los ensayos a cargo del Contratista y cumplimiento de las normas y especificaciones.

Terminación completa de los trabajos de colocación de rellenos y reconformación del terreno al estado en que se encontraba antes de iniciar la excavación.

3.4.3 MEDIDA

La medida para el pago de cunetas revestidas en concreto, será el metro lineal de estructura, conformada de acuerdo con los planos y/o lo indicado por la UPES-FOPAE. No se medirá trabajo ejecutado fuera de los límites especificados y/o indicados en los planos.

3.4.4 PAGO

Esta parte de la obra se pagará a los precios unitarios pertinentes indicados en la Lista de Cantidades y Precios del contrato y consistirá en la ejecución de todos los trabajos necesarios para la construcción de las cunetas; deberá incluir el suministro de toda la mano de obra, materiales y equipos para el cargue en fábrica, transporte y descargue, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos o indicados por la UPES-FOPAE; el suministro del concreto para las cunetas deberá incluir los costos de cargue y transporte, mano de obra y equipos necesarios para la selección y mezclas de materiales para cumplir con las gradaciones solicitadas.

Los siguientes trabajos, que se deben realizar para completar esta parte de la obra, se medirán y pagarán como se establece a continuación:

Las excavaciones, se medirán y pagarán de acuerdo con lo estipulado en el capítulo "Excavación" de estas Especificaciones.

El retiro de los sobrantes de las excavaciones y su disposición, se medirá y pagará de acuerdo con lo estipulado en el capítulo "Retiro de sobrantes y disposición de materiales" de estas Especificaciones.

3.5 ITEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo que no tengan medida ni pago por separado, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para los siguientes ítems:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
3.1	Construcción de cunetas rectangulares en concreto de f 'c 175 kgr/cm2	ml
3.2	Construcción de cunetas escalonadas en concreto de f 'c 175 kgr/cm2	ml

4. DIAGNOSTICO

4.1 METODOLOGIA EMPLEADA

Para desarrollar adecuadamente el diagnóstico de la zona de estudio, en cada uno de sus elementos, como son amenaza, vulnerabilidad y riesgo, se tomó como referencia la ponencia realizada y presentada por el Dr Alvaro González G en las VI Jornadas Geotécnicas, realizadas por la Sociedad Colombiana de Ingenieros en Octubre de 1990, en los artículos "Conceptos sobre la evaluación de Riesgos por deslizamientos", en la cual se presenta una descripción detallada de cada término en atención al uso indiscriminado que se dá. En consecuencia define la Amenaza (H) como la probabilidad de ocurrencia de la magnitud de un fenómeno que puede causar daño. Mientras la Vulnerabilidad (V) indica que es la susceptibilidad de los elementos a sufrir daño por la magnitud del fenómeno. Se puede descomponer en exposición (E) y resistencia (S). V= E/S. Consecuentemente se determina el Riesgo (R) como la Probabilidad de ocurrencia de un nivel de daño a los elementos, la cual puede evaluarse conceptualmente como R = H*V = H*E/S. El riesgo lo cataloga de las siguientes clases:

Riesgo evitable: aquel cuyos orígenes se pueden evitar y cuyas consecuencias se pueden anular con obras técnica y económicamente factibles.

Riesgo controlable: cuando el fenómeno amenazante puede predecirse, pero sus consecuencias solo pueden atenuarse o mitigarse, pues no se pueden manejar completamente ni técnica ni económicamente.

Riesgo incontrolable: aquellos en los cuales la capacidad de predicción y evaluación es incompleta, y la ciencia y tecnología no estan capacitadas para proveer soluciones técnica o económicamente viables.

De lo anterior surge el riesgo aceptable el cual corresponde al nivel tolerable en términos de daños materiales y pérdida de vidas humanas y normalmente no es nulo.

Específicamente para los análisis de riesgo se consultó el artículo sobre " Metodología para estudios de Riesgo por deslizamientos a escala intermedia" realizada por el mismo autor y presentada en las Sextas Jornadas Geotécnicas de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, Octubre de 1990, en la cual se relacionan las principales actividades a realizar, como son la identificación del problema, la evaluación detallada de cada estudio básico (cartografía, geología, geomorfología, caracterización geotécnica de materiales, etc), la evaluación de elementos detonantes, la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, para finalmente llegar al planteamiento de medidas preventivas, correctivas y de control con su respectivo análisis económico.

4.2 PLANTEAMIENTO DEL ORIGEN DEL PROBLEMA

En general el desarrollo urbano se inicia y consolida a partir de acciones de hecho, por parte de trabajadores de las ladrilleras que carecen de recursos económicos, los

cuales invaden terrenos que inicialmente tenían como uso principal, la extracción de material arcilloso para construcción de ladrillos (chircales).

Para el caso específico de la zona de estudio, se determina que el material de depósito esta comprendido principalmente por un suelo arcilloso de alta plasticidad, con trazas de cantos rocosos y con presencia de escombros y basuras; subyace material sedimentario de la formación Bogotá, constituido por suelo residual arcilloso de consistencia dura y material rocoso del tipo de arcillolíta y arenisca.

A partir del desarrollo subnormal, se inicia un proceso de asignación y adecuación de espacios de manera antitécnica, por cuanto no se realizó ningún tipo de obras de urbanismo como conformación de vías, y la construcción de toda la infraestructura de servicios.

El proceso de generación de nuevas amenazas, referidas con la estabilidad de los rellenos y establecimiento de riesgos, se inicia desde el mismo instante en que posicionados de un lugar, los propietarios comienzan la construcción de viviendas, con materiales de bajas especificaciones y aplicando sistemas constructivos deficientes, que van desde la inadecuada determinación de niveles y sistemas de cimentación, hasta la incorrecta construcción de redes de servicios públicos de acueducto y especialmente de alcantarillado. A lo anterior se le agrega la ausencia de vías y accesos de comunicación así como la carencia de sistemas de drenaje pluvial.

Dentro de la generación de nuevas amenazas, a partir de las acciones constructivas de adecuación del espacio local, los propietarios realizan excavaciones, en donde el material movido es depositado lateralmente o bien en zonas bajas lo más cerca posible del predio. Bajo estas condiciones se generan zonas de depósito, cuyo espesor es variable que serán ocupadas por nuevas viviendas, para las cuales se genera una importante vulnerabilidad física en función de los niveles de cimentación que se determinen, bien sea a nivel de terreno natural competente o bien sobre relleno de bajas y pobres condiciones portantes. También se desarrollan acciones constructivas en zonas bajas que requieren adecuación y nivelación para lo cual se utilizan escombros de construcción “importados” de otros sitios. El uso inicial del suelo, como chircales, genero rellenos con el residuo de suelos no utilizados en la fabricación del ladrillo, generando sitios de muy baja competencia geomecánica que posteriormente fueron ocupados por viviendas, con lo cual, determino sitios de alta vulnerabilidad física.

La descripción presentada describe el origen y el desarrollo paulatino de estas zonas, a partir de las cuales se establecen condiciones de vulnerabilidad física, creándose situaciones de riesgo, en donde el agua es el elemento detonante de mayor influencia en la generación de sitios inestables. En función de la probabilidad de daño y de pérdidas se establecen condiciones de alto a bajo riesgo.

4.3 ZONIFICACION POR AMENAZA

Como fundamento para el desarrollo de este numeral, se consultó la “Metodología para estudios de riesgo por deslizamientos a escala intermedia” presentada por el Dr Alvaro González G en las VI Jornadas Geotécnicas de la Sociedad Colombiana de Ingenieros,

Octubre de 1990. También se consultó la metodología de Areas Homogéneas aplicada por Hidrotec Ltda en el análisis de sectores con problemas de estabilidad.

Para la zonificación por amenaza de la zona de estudio se tuvo en cuenta: el relieve, las características del suelo (litología), los fenómenos geomorfológicos presentes y su intensidad, las condiciones del drenaje y el uso actual del suelo.

Para cuantificar la amenaza, se dio un peso o valor porcentual a cada una de las variables consideradas, determinadas con base en las observaciones de campo así como de la importancia que tiene cada una de las variables en la generación de fenómenos de remoción en masa. El valor porcentual considerado, es el siguiente:

VARIABLE	VALOR (%)
Litología	20
Geomorfología	30
Pendiente	20
Usos del suelo	15
Drenaje	15
TOTAL	100

Los rangos considerados para cuantificación de la amenaza fueron los siguientes:

RANGO DE AMENAZA	PUNTOS
Baja	Menor de 32
Media	32 a 60
Alta	Mayor de 60

Cada una de las formaciones existentes en la zona de estudio, presentan un comportamiento geomecánico diferente ante factores climáticos y topográficos como de la misma acción antrópica. Superficies estructurales presentan un mejor comportamiento que por ejemplo sectores de relleno y de suelos residuales. En consecuencia, se dieron los siguientes valores para cada una de las formaciones existentes:

LITOLOGIA	PORCENTAJE
Formación Bogotá (S1, S2)	30
Suelo Residual (Qrs)	40
Rellenos arcillosos y de escombros	90
Depósito aluvial de la Quebrada San Blas (Qal)	70
Cono de deyección (Qc)	60

Para los procesos geomorfológicos, dentro de los cuales se relacionan los respectivos análisis de estabilidad en el numeral 4.3.4, y dadas las características existentes en cuanto a la identificación de zonas inestables y con procesos erosivos importantes, se dieron los siguientes valores porcentuales:

GEOFORMAS	PORCENTAJE
Superficie estructural	40
Erosión	60
Reptación	80
Presencia de grietas	90
Deslizamiento activo	100
Ladera con rellenos	70

Con relación a la pendiente se ha elaborado el Mapa de Pendientes. Plano No. 8. Se han considerado los siguientes rangos y su correspondiente porcentaje:

No.	PENDIENTE	RANGO	PORCENTAJE
1	Plano	0º - 15º	20
2	Ondulado	15º - 25º	40
3	Quebrado	25º - 35º	70
4	Montañoso	35º - 45º	80
5	Abrupto	➢ 45º.	90

Para los usos del suelo existentes en la zona de estudio, se elaboró Plano No. 10 (Mapa de Usos del suelo). El término “suelos desprotegidos” se refiere a los suelos carentes de vegetación. Se han considerado los siguientes valores:

USOS DEL SUELO	PORCENTAJE
De vivienda	40
Potrero con pastos	30
Suelos desprotegidos	90
De bosque	20

Para evaluar las condiciones de drenaje se califico la existencia o no de sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, el alcantarillado sanitario defectuoso y la carencia de de ningún tipo de drenaje, caso en el cual las aguas de escorrentía transcurren sobre terreno natural. El Plano No.9 corresponde al sistema de drenaje superficial, en el cual se observa el sentido y zonas mayormente afectadas por la acción de la escorrentía. Se indican sentidos de flujo a través de viviendas, por que en algunos casos ha sido necesario realizar orificios sobre las paredes de las viviendas para darle salida al agua y permitir que llegue al drenaje natural. Se presentan los siguientes valores porcentuales:

SISTEMAS DE DRENAJE	PORCENTAJE
Existencia de alcantarillado sanitario	10
Ausencia de alcantarillado pluvial	50
Carencia de drenajes	90
Alcantarillado sanitario defectuoso	70

El Cuadro No.4 (Resumen Calificación de Variables) resume el valor de la calificación de cada variable que caracteriza las zonas de amenazas definidas. La zona de amenaza baja alcanzo una calificación total de 29,5 puntos, la zona de amenaza media 58 puntos y la zona de amenaza alta 75,5 puntos.

El término carencia de drenajes hace relación a la no existencia de obras de drenaje como cunetas revestidas.

A continuación se describen las condiciones particulares de las variables mencionadas para cada zona y se incluye un cuadro resumen de las mismas, sobre el cual se califica cada una de las variables consideradas, para de esta forma poder cuantificar el grado de amenaza. La calificación definitiva para cada variable considerada se obtiene de multiplicar el valor o peso de la respectiva variable principal (litología, geomorfología, pendiente, usos, sistemas de drenaje) por el valor porcentual "de importancia" dado a cada elemento de la respectiva variable considerada. En el siguiente cuadro se relacionan las calificaciones o valores máximos y mínimos para cada variable.

VARIABLE	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO
LITOLOGIA	18	6
GEOMORFOLOGIA	30	12
PENDIENTE	18	4
USOS DEL SUELO	13.5	3
SISTEMAS DE DRENAJE	13.5	1.5

La localización de cada zona de amenaza se muestra en el Plano No. 11.

4.3.1 ZONA DE AMENAZA BAJA

La zona está limitada por la transversal 12 Este entre Calles 31 y 30 Sur, sobre la manzana 1 e incluyendo las viviendas 1 a 5 de la manzana 2 y las viviendas 2 a 5 de la manzana 5, numeradas de acuerdo al inventario realizado. Aquí se encuentra la única vía pavimentada en concreto rígido de la zona en estudio; tiene un área de 0.15 Ha, que representa el 4% con relación al área total de 3 Ha.

Litológicamente se ubica sobre suelos residuales arcillosos de la Formación Bogotá, por lo que se obtiene una calificación de 6 (Cuadro No. 4); geomorfológicamente se localiza sobre superficies estructurales y escarpes menores formados por estratos arcillosos que buzan en el mismo sentido de la pendiente topográfica (calificación de 12 en Cuadro No 4). El uso principal del suelo es vivienda. (calificación 6 en Cuadro No. 4).

La conformación estratigráfica típica de esta zona se ha determinado con base en el apique A3 y observaciones de afloramientos sobre taludes. Está constituida por suelo residual arcilloso rojizo con vetas grises, de baja plasticidad y de consistencia dura. A partir de 1.10 metros (A3) se encontró el nivel de la arcillolíta, de la formación Bogotá; se observa un estrato de suelo orgánico y capa vegetal, de 0.60 m de espesor, bajo el que subyace el suelo residual arcilloso de la formación Bogotá, de consistencia dura.

Esta zona se caracteriza por un relieve plano a ondulado. Es la zona de mayor consolidación desde el punto de vista urbano. El drenaje se ha efectuado sobre las vías pavimentadas hacia el alcantarillado del barrio.

La amenaza en esta zona es baja, teniendo en cuenta el relieve, la dirección del drenaje captado por el alcantarillado, la presencia de vías pavimentadas y las condiciones estables del material de fundación.

4.3.2 ZONA DE AMENAZA MEDIA

La zona se delimita entre la Avenida Circunvalar (al sur), y el acceso construido sobre la antigua quebrada San Blas (al este y al norte) o transversal 13 Este. Abarca las manzanas 6, 7, 8 y 9 del inventario de viviendas y algunos sectores deshabitados. Tiene un área de 2.4 Ha que representa el 63% del área total. Esta zona presenta un relieve ondulado a quebrado y corresponde a la parte más baja de la zona de estudio.

Litológicamente se identifican suelos residuales arcillosos (Qrs) de tonos amarillentos desarrollados sobre la arcillolíta de la formación Bogotá, depósitos aluviales de la quebrada San Blas (los cuales en su mayor parte están cubiertos por desechos de construcción), depósitos de relleno de escombros y de suelos arcillosos (Dr); finalmente se cartografían pequeños Conos de deyección (Qc) conformados por bloques y cantos de arenisca de forma angular, dentro de una matriz limo arcillosa (calificación 18 en Cuadro No. 4). Consecuentemente se evidencian procesos geomorfológicos de reptación, erosión, arrastre de suelos, pequeños derrumbes puntuales y grietas debidas a las demoliciones efectuadas, también se observan pequeños escarpes (calificación 21 Cuadro No. 4). Fotos Nos. 13 al 18.

El uso predominante del suelo es urbano, con viviendas construidas en mampostería, madera y materiales de recuperación (calificación 6 Cuadro No. 4). No existe alcantarillado pluvial (calificación 9 Cuadro No. 4).

Esta zona se ha caracterizado con base en los resultados de los apiques A1, A2, A8, A9, A10 y dos trincheras (T1 y T2). Sobre la trinchera T1, y hacía 1.70 metros de profundidad, se halla un estrato de arenisca fracturada con 0,50 metros de espesor, buzamiento hacía el oeste y en sentido contrario a la pendiente del terreno; encima de la arenisca se encontró un suelo residual arcilloso café y rojizo, de alta humedad y de consistencia media; el nivel superficial esta compuesto por suelo orgánico de 1 metro de espesor.

Sobre el costado sureste se identifica una estructura de contención construida por medio de anclajes, con la cual se estabilizó esta parte de la ladera, que presentaba problemas de movimiento. De las observaciones efectuadas sobre las sitios de demolición de viviendas, se encontró que el nivel de cimentación se hallaba muy superficial y correspondía a relleno de suelo arcilloso, que por la exposición y falta de drenaje, estaba sujeto al fenómeno de ablandamiento por la acción de la escorrentía.

En la manzana 9 se han presentado problemas de estabilidad, en los que el principal factor detonante fueron las lluvias, relacionados con la presencia de reptaciones, escurrimientos de suelos, presencia de grietas sobre el terreno, ablandamiento de los

suelos arcillosos, condiciones que además afectaron la estabilidad de las viviendas inicialmente existentes, por ello la UPES FOPAE adquirió los predios y reubicó a sus habitantes. A la fecha no se ha realizado ningún tratamiento a este espacio.

La estratigrafía típica consta de una capa de suelo orgánico de 0,10 a 0,20 metros de espesor. Subyace un relleno cuyo espesor varía de 0.90 metros (A9) a 2.20 metros (A1), constituido por suelo arcillo limoso carmelito, de baja plasticidad, humedad media y de consistencia media a blanda, cuantificada con una resistencia a la penetración estándar 2 a 6 golpes/pie; también se observan desechos de construcción (A1). A partir de los 2.50 m (A1), se detecta el nivel de la arcillolíta, mientras que en el apique A9 se determina el estrato de arenisca, hacía 1.70 m. En cuanto al nivel freático, solo se encontró en el apique A1 a 2.10 metros.

Los apiques A2, A8 y A10, registraron la siguiente estratigrafía:

- Superficialmente y hasta una profundidad de 1.30 m se encuentra un relleno conformado por una arcilla limosa café y habana de alta plasticidad, consistencia blanda (presenta una resistencia a la penetración estándar de 2 golpes/pie) y húmeda; también se identifican desechos de construcción.
- Entre los 1.30 m a 1.80 m se detecta suelo residual arcilloso limoso, gris con vetas rojizas y habano, plástico algo húmedo y consistencia dura (resistencia a la penetración estándar de 11 golpes/pie).
- Hacía los 1,80 m y en los apiques A8 y A10, se detecta material rocoso tipo arenisca ocre de grano fino, fracturado; en el apique A2 y hacía los 1.60 m se encuentra material arcillolítico gris y rojizo.

En la trinchera T2 se detecto un relleno de 0.8 m de espesor, en éste se identificaron suelo orgánico y escombros de construcción, algo de basuras y suelo arcilloso limoso café y ocre muy plástico y de consistencia blanda. Sobre el costado oriental de esta zona se identificó el nivel arcillolítico hacia los 0.8 m de profundidad.

La zona se califica de amenaza media, teniendo en cuenta la topografía ondulada a quebrada, las condiciones de los materiales y la susceptibilidad de los suelos al proceso de erosión y de ablandamiento por acción de la escorrentía.

4.3.3 ZONAS DE AMENAZA ALTA

En el barrio Ramajal se hallaron dos zonas con alta amenaza, una de ellas fuera del área en estudio y cuya descripción se presenta al final de éste numeral.

a) Dentro de la Zona de Estudio

La primera zona corresponde a las viviendas 7 y 8 de la manzana 2, las manzanas 3 y 4, y la manzana 5. Está limitada al norte por la calle 29 sur, al oriente por la transversal 12 Este y al sur por las zonas de amenaza baja y media y la Avenida Circunvalar. El relieve se caracteriza por ser montañoso a abrupto. El área de la zona es de 1.25 Ha, esto es el 33% del área total.

Litológicamente se determinan depósitos de relleno de escombros (Dr), depósitos aluviales de la quebrada San Blas (los cuales en su mayor parte están cubiertos por desechos de construcción), suelos residuales arcillosos y niveles arcillolíticos y de arenisca de la formación Bogotá, así como un cono de deyección (Qc). (calificación 18 Cuadro No 4). Geomorfológicamente se identifican procesos de erosión, reptación, escarpes y grietas. También se localiza sobre superficies estructurales y escarpes menores formados por estratos arcillosos que buzan en el mismo sentido de la pendiente topográfica (Calificación 24 Cuadro No. 4); el uso principal del suelo es vivienda (Calificación 6 Cuadro No. 4).

La conformación estratigráfica típica de esta zona se determinó de acuerdo a los apiques A3, A4, A5, A6 y A7, y observaciones de afloramientos sobre taludes. Se identificaron escombros de construcción, algo de basuras y suelo arcilloso limoso café y ocre muy plástico y de consistencia blanda.

La estratigrafía definida mediante los apiques, consta de una capa vegetal del orden de 0,30 m de espesor. Subyace un suelo residual arcilloso gris y rojizo con vetas de óxido, de baja plasticidad y consistencia media a dura (presenta una resistencia a la penetración estándar de 8 a 22 golpes/pie); el espesor de este estrato es del orden de 1,30 a 2,20 m. A partir de las anteriores profundidades, se determina el estrato de arcillolíta gris con vetas rojizas y de óxido, proveniente de la formación Bogotá; los valores de resistencia a la penetración obtenidos se encontraron entre 25 golpes/pie a rechazo.

En la manzana 2 sobre la esquina de la carrera 30A sur con transversal 12 se efectuó la reubicación de una vivienda (la número 7) por parte de la Upes. La vivienda afectada fue demolida, pero no hubo un manejo o adecuación del espacio despejado, ocasionando una amenaza alta de erosión, por la acción del agua sobre el material expuesto y desprotegido del lote donde se efectúo la reubicación, desestabilizando la viviendas contiguas. Por la época de la reubicación se construyo un muro de contención que no esta trabajando en la actualidad, ya que se observa un espacio entre la estructura y el material. Foto No. 19.

En la manzana 5, se observa un estrato de suelo orgánico y capa vegetal, de 0.60 m de espesor, a partir del cual subyace el suelo residual arcilloso de la formación Bogotá, de consistencia dura. Esta zona se caracteriza por un relieve quebrado a montañoso expuesto continuamente a la acción de la escorrentía. Foto No. 20.

El área norte de la zona, esto es, las manzanas 3 y 4, corresponde a un relieve quebrado a abrupto. En la manzana 3 se identifican viviendas, el resto del área esta cubierto por pastos; también se identifican escarpes y cuerpo de taludes en los que aflora suelo residual arcilloso y algunos niveles arcillolíticos y de arenisca. Foto No. 21.

La zona se califica del alta amenaza por la erosión generada por la alta pendiente, la baja competencia geomecánica de los suelos, la falta de adecuación de los espacios y la carencia de drenaje en el área construida, factores que generan procesos de inestabilidad por acción de las aguas.

b) Fuera de la Zona de Estudio

La segunda zona de amenaza no esta ubicada dentro del área del estudio, y por lo tanto no es objeto de este contrato, sin embargo por considerarlo de interés para la UPES hemos evaluado la amenaza por remoción en masa a que esta sometida la zona teniendo en cuenta el reciente deslizamiento que se presentó.

La segunda zona se cataloga con amenaza alta. Está conformada por un sector inestable que colinda por el costado oriental con la zona de estudio, y se encuentra limitada por la Avenida Circunvalar y la parte superior de lo que correspondería a la quebrada San Blas. Posee un área de 0.2 Ha. Allí existe un derrumbe superficial que ha afectado los muros en mampostería de la vivienda existente en este sitio. Cerca de la Avenida Circunvalar se observa un muro en concreto fallado, depositado sobre el cuerpo del derrumbe, que está ejerciendo una acción de sobrecarga. Adicionalmente el material movido presenta alta humedad y corresponde a suelo arcilloso rojizo y gris, el cual en su mayor parte es suelo procedente de las excavaciones realizadas para construcción de un nuevo muro en concreto que remplazó al fallado. Para esta segunda zona, se determina como principal factor detonante la lluvia; por la época en que se observó mayor inestabilidad, coincidío con época de mayores precipitaciones. Foto No. 22.

4.3.4 RESULTADOS Y ANALISIS DE ESTABILIDAD

Como se relacionó en el numeral 3.4 y de acuerdo con los resultados litológicos y geomorfológicos, como también de la exploración efectuada, se determina la presencia de un relleno cuyo espesor máximo es del orden de 2,50 m y esta conformado principalmente por suelo arcilloso limoso de alta plasticidad y de consistencia blanda a media, a partir del cual subyace suelo residual arcilloso y material arcillolítico de la formación Bogotá; en la zona de estudio el buzamiento va en sentido contrario a la pendiente topográfica del terreno.

Del inventario de viviendas y del tipo de afectación del espacio, se concluye que los problemas de estabilidad no presentan círculo de falla profundo y el material interesado corresponde al relleno y al suelo residual, en donde el principal elemento detonante es el agua. Los criterios anteriores determinan las consideraciones para los análisis de estabilidad, en cuanto a superficies de falla no circulares y localizadas entre el contacto relleno – suelo residual; también se consideraron algunas superficies de falla circulares sobre suelo residual. Los análisis de estabilidad se complementaron considerando círculos de falla sobre el relleno. Para análisis se han considerado las secciones topográficas Nos. 1, 4, 5 y 7 (Véase el Plano No.1) y se empleó el programa Stable5. En cuanto a los parámetros de cálculo, se han determinado con base en ensayos de clasificación y resistencia al corte directo sumergido, efectuados sobre cada tipo de material. En el Cuadro No. 5 se relacionan los correspondientes parámetros de cálculo, para cada tipo de material.

CUADRO No 5
PARAMETROS GEOMECANICOS

Tipo de Material	C (ton/m2)	ϕ (°)	Peso Unitario (ton/m^3)	I.P (%)
Relleno	2.0	19	1,97	18
Suelo Residual	4.0	21	1,85	15
Arcillolíta	3.0	23	2,03	12
Arenisca (*)	5	25	2,20	

(*) Parámetros asumidos.

Los análisis se realizaron para condición pseudo – estática y saturada, empleando un coeficiente sísmico para cálculo de 0,3g horizontal. No se consideró coeficiente sísmico vertical. Para condición saturada se consideraron coeficientes de presión de poros (Ru) de 0,3 y 0,5. Los métodos empleados para el análisis fueron los de Bishop, Jambu y Bloque deslizante, con superficies de falla circulares profundas y superficiales, y superficies de falla definidas.

En general los factores de seguridad hallados son superiores a la unidad en condiciones normales (sin sismo), pero en algunos casos (con sismo), próximos a este valor. Las superficies de falla críticas se localizan sobre el material de relleno o sobre el suelo residual. Los resultados se relacionan en la siguiente tabla, las memorias se presentan en el Anexo No. 5. Los resultados de los análisis de estabilidad muestran factores de seguridad (FS), mayores que uno sin sismo, pero con sismo hay FS < 1, lo que indica que se pueden producir movimientos en masa.

En el Cuadro No 6 se presentan los respectivos resultados del análisis de estabilidad realizado, indicándose la sección considerada (1, 4, 5 y 7), así como la referencia del archivo e indicándose el tipo de falla; los resultados obtenidos en cuanto al respectivo factor de seguridad (FS) se relacionan para la condición con sismo y sin sismo respectivamente. La última columna del cuadro corresponde a la respectiva figura de análisis, las que representan las secciones analizadas que aparecen indicadas en el plano 1.

CUADRO No 6
RESUMEN DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES - BARRIO RAMAJAL

SECC No.	ARCHIVO	DESCRIPCION	F.S. Con sismo	F.S Sin sismo	Ru	Figura No
1	SEC1C1.STB	Arriba. Falla circular.	1.33	2.13	0.5	1
	SEC1C2.STB	Arriba. Falla circular.	0.79	1.19	0.5	2
	SEC1ABC.STB	Abajo. Falla circular plana.	0.86	1.88	0.5	3
	SEC1DAB.STB	Toda la sección. Especificada.	1.06	2.17	0.5	4
	SEC1D1.STB	Abajo. Especificada.	1.08	2.31	0.5	5
	SEC1B.STB	Toda la sección. Bloque deslizante.	0.69	1.51	0.5	6
	SEC1DPZ.STB	Toda sección.Especificada. Con línea piezom.	1.06	2.17	0.5	7
	SEC1DCG.STB	SEC1D con sobrecarga.	1.28	1.69	0.5	8
	ZEC1DPZ.STB	SEC1DPZ con ru=0.3	1.19	2.42	0.3	9
	XEC1DPZ.STB	SEC1DPZ con ru=0	1.38	2.79	0.0	
4	SEC41.STB	Arriba. F. Circular.	1.01	1.50	0.5	
	SEC4D.STB	Arriba. Especificada.	1.30	2.38	0.5	
	SEC4D2.STB	Arriba. Especificada.	1.26	2.31	0.5	
	SEC4C1CG.STB	SEC4C1 con sobrecarga.	1.18	1.96	0.5	
	ZEC4C1CG.STB	SEC4C1CG con ru=0.3	1.30	2.16	0.3	
	XEC4C1CG.STB	SEC4C1CG con ru=0	1.48	2.44	0.0	
5	SEC5C.STB	Arriba. F. Circular plana.	1.24	2.17	0.5	
	SEC5D.STB	Arriba. Especificada.	1.66	3.15	0.5	
	SEC5CC.STB	Arriba. F. Circular.	0.85	1.49	0.5	
	SEC5B.STB	Arriba. Bloque deslizante.	0.97	1.89	0.5	
	SEC5D2.STB	Arriba. Especificada.	1.56	3.11	0.5	
	SEC5ABD.STB	Abajo. Especificada.	1.81	4.02	0.5	
	SEC5ABPZ.STB	Abajo. Especificada. Con línea piezométrica.	2.56	5.88	0.5	
	SEC5ABCc.STB	SEC5ABC con sobrecarga.	1.22	1.72	0.5	
	SEC5DCG1.STB	SEC5D con sobrecarga en dos zonas.	1.39	1.77	0.5	
	ZEC5ABCC.STB	SEC5ABC con sobrecarga y ru=0.3	1.30	1.84	0.3	
	XEC5ABCC.STB	SEC5ABCC con ru=0	1.44	2.02	0.0	
7	SEC7D.STB	Especificada.	1.12	2.24	0.5	
	SEC7I.STB	F. Circular plana.	0.93	2.12	0.5	
	SEC7B.STB	Bloque deslizante.	1.44	1.84	0.5	
	SEC7CPZ.STB	F. Circular con línea piezométrica.	0.64	1.28	0.5	
	SEC7BB1C.STB	SEC7BB1 con sobrecarga.	1.19	1.98	0.5	
	ZEC7I.STB	SEC7I con ru=0.3	1.08	2.12	0.3	
	XEC7BB1C.STB	SEC7BB1C con ru=0	1.51	2.49	0.0	

Coeficiente de Aceleración Horizontal: 0.3g.
ru = 0.5 a menos que se indique otro valor.

FOTO 13. ZONA DE AMENAZA MEDIA. Características del relieve y uso del suelo. Procesos erosivos.

FOTO 14 . ZONA DE AMENAZA MEDIA. Costado occidental.

FOTO 15. ZONA DE AMENAZA MEDIA. Condiciones del relieve y del uso del suelo.

FOTO 16. ZONA DE AMENAZA MEDIA. Costado Sur-Este. Detalle de vivienda en madera.

FOTO 17. ZONA DE AMENAZA MEDIA. Condiciones del espacio. Características de las viviendas. Desprotección de suelos, procesos erosivos.

FOTO 18. ZONA DE AMENAZA MEDIA. Características de las viviendas. Uso del espacio en el costado Sur-Este. Desprotección de suelos y presencia de rellenos.

FOTO 19. ZONA DE AMENAZA ALTA. Características físicas de la zona. Se observa procesos de reptación, deformación de talud y arrastre de material.

FOTO 20. ZONA DE AMENAZA ALTA. *En primer plano se observa vivienda en madera con proceso terminado de reubicación. Ausencia de sistema de drenaje.*

FOTO 21. ZONA DE AMENAZA ALTA. *Se observan afloramiento de arenisca, arcillolita y suelo residual arcilloso. Proceso de erosión. ACOSTADA*

FOTO 22. ZONA DE AMENAZA ALTA, por fuera del área del Estudio. Zona inestable. Se observa el cuerpo de la zona inestable.

4.4 VULNERABILIDAD

Entendiéndose como la susceptibilidad de los elementos humanos, físicos y de infraestructura a sufrir daños por fenómenos de remoción de masa, se relaciona en este numeral, la vulnerabilidad de las viviendas y de la infraestructura de la zona de estudio. Primeramente se explica y desarrolla la metodología del inventario realizado.

4.4.1 DESARROLLO INVENTARIO DE VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURA

♦ **Metodología del Inventario de Viviendas**

Para la ejecución del inventario de viviendas en el barrio Ramajal realizado entre diciembre de 1998 y enero de 1999, se emplearon como base de trabajo los mapas cartográficos de Catastro Distrital L-400 y L-508, del año 1992 y con escala 1:1000. Sobre estos planos se limitó la zona de trabajo y se marcaron los predios inventariados, cuyas características principales se anotaron en formatos de la UPES para evaluación de daños por deslizamientos. Los datos posteriormente se ampliaron gracias al registro fotográfico; con ellos se creó una base de datos para la facilidad de manejo de los mismos.

Los resultados del respectivo inventario se materializan en el Plano No 5 y en el Cuadro No 7 se relaciona el inventario general de las viviendas. En la ultima columna del inventario se relaciona el estado del proceso de reubicación de las familias a cargo de la UPES. Las viviendas marcadas con el código 0, corresponden a viviendas a las cuales no se les ha definido ningún proceso de reubicación. El código 1, indica que el proceso de reubicación de las familias que habitaban esa vivienda ya esta terminado y el código 2, se refiere a viviendas que se encuentran actualmente en proceso de reubicación.

♦ **Base de Datos**

Las características analizadas de las viviendas abarcan desde dirección de la propiedad, nombre del dueño, edad de la vivienda, hasta información de las condiciones estructurales, de servicios y propiedades del suelo de fundación. En la base de datos del Cuadro No. 7, cada uno de estos campos se valoró con un código, la mayoría de ellos tomados del formato de la UPES. A continuación se presentan los nombres de los campos de la base de datos y los códigos utilizados para su evaluación.

▪ **Generalidades**

Manzana: Sobre el plano se numeraron las manzanas del área de estudio, esta numeración se definió debido al recorrido empleado durante el inventario. En total se contabilizaron nueve (9) manzanas.

Lote No: Es el número del predio dentro de la manzana. Algunos lotes apartados se asignaron a alguna manzana en particular.

Dirección: Es la dirección del inmueble vista en las placas de la misma o aquella dada por los habitantes o por los vecinos.

Propietario: Nombre del dueño o habitante del lugar.

- **Construcción**

Area: Obtenida por medición directa o por información de los habitantes. Aunque el área del lote y el área construida son similares en la mayoría de los casos, para evitar ambigüedades se asignó un código al área construida aproximada así:

Código	Area (m^2)
0	0
1	<50
2	50-100
3	101-200
4	>200

Rumbo: Orientación principal de la construcción.

Código	Orientación
1	NS
2	EO
3	NE SO
4	NO SE

Posición: Ubicación de la construcción en el bloque.

Código	Posición
1	Esquina
2	Centro
3	Libre

Número de pisos: Cada número corresponde a la cantidad de pisos de la construcción. El número cero (0) identifica un lote vacío.

Edad: Tiempo que lleva construida la vivienda. Este dato se obtuvo gracias a información de los habitantes del sitio o de vecinos.

Código	Edad (años)
1	>1
2	1 a 3
3	3 a 6
4	6 a 10
5	<10

Calidad: Calidad de la construcción.

Código	Calidad
1	Buena
2	Regular
3	Mala

Material: Elemento principal empleado para la construcción de la vivienda. La información de tipos de cubierta, cimentación y sistema estructural se encuentran en los formatos de la UPES.

Código	Material
1	Mampostería
1C	Muros confinados
2	Madera
3	Metal-Lata
4	Adobe
5	Mixto
6	Prefabricado

Daños: Daños generales en toda la construcción. Información con más detalle se presenta en los formatos de la UPES.

Código	Daños
1	Ninguno
2	Leve
3	Moderado
4	Fuerte
5	Severo

- **Suelo de Cimentación**

Condición: Condición general del suelo reportada por los habitantes y confirmada durante la investigación.

Código	Condición
1	Roca
2	Suelo Firme
3	Suelo Medio
4	Suelo Blando

En algunos sitios la roca aparece a poca profundidad, pero sobre ella hay suelo residual originado por la meteorización de la roca o material de relleno, proveniente de las ladrilleras o las construcciones cercanas. En el contacto suelo–roca o relleno–roca puede aparecer agua, que genera zonas de debilidad. En la exploración realizada solo se encontró el nivel freático en el apique A1 a la profundidad de 2,10 metros.

Inestabilidad: Fenómenos de remoción observables en el terreno o reportados por los habitantes.

Código	Inestabilidad
1	Ninguna
2	Reptamiento
3	Leve Hundimiento
4	Fuerte Hundimiento
5	Deslizamiento
6	Caída de Rocas
7	Otro

- **Servicios**

Se registró la presencia o no de los principales servicios públicos en los predios. El número 1 indica la existencia del servicio, el 0 la no existencia del servicio.

- **Diagnóstico**

Recomendaciones: Recomendaciones preliminares sugeridas por el Ingeniero encuestador de este estudio para medidas urgentes, codificadas de acuerdo al formato para la evaluación de daños por deslizamiento de la UPES.

Código	Recomendaciones
1	Ninguna
2	Eliminación del peligro local
3	Protección de la edificación del colapso
4	Protección de las calles vecinas
5	Reubicación

Vulnerabilidad: Susceptibilidad de las viviendas a sufrir daño y afectar la estabilidad de las mismas frente a la amenaza de movimientos de remoción.

Código	Vulnerabilidad
1	Baja
2	Media
3	Alta

Estado del Proceso: Información obtenida de la UPES que indica la situación de reubicación de las viviendas.

Código	Estado del Proceso de Reubicación
0	Con Proceso no definido
1	Proceso Terminado
2	En proceso de reubicación

La base de datos del inventario realizado se relaciona en el Cuadro No 7. Las figuras 35 a 38 ilustran las principales variables.

En el referido cuadro No 7, correspondiente al Inventario General de Viviendas, están incluidas las que tienen proceso de reubicación terminado y las que están en proceso de reubicación; con relación a las primeras, el cuadro relaciona el número más no la dirección por cuanto estas viviendas han sido demolidas. En este mismo cuadro y con relación a la recomendación (específicamente sobre reubicación), se registra tanto las de proceso terminado, las que están en proceso y las que en concepto del ingeniero evaluador requieren de posible reubicación. Sin embargo, una vez evaluados más detalladamente aspectos de calidad de la construcción, material, daños de las viviendas, condiciones del suelo de cimentación e inestabilidad de la vivienda, se determinó el número definitivo de viviendas a reubicar, las cuales se relacionan en el Cuadro No 10.

4.4.2 VULNERABILIDAD FISICA Y HUMANA

La vulnerabilidad de las viviendas de la zona de estudio, se determino con base en el inventario realizado, y la información suministrada por la UPES – FOPAE en relación con procesos de reubicación de viviendas. En este sentido, la Upes suministró información sobre procesos de reubicación realizados a la fecha, con base en lo cual se elaboró el plano No 12 consistente en el Mapa de Vulnerabilidad antes de Procesos de Reubicación, en el cual, evidentemente, la manzana 9 correspondía a una de alta vulnerabilidad. Consecuentemente y de acuerdo a las condiciones actualmente existentes, se determinan otro estadio de vulnerabilidad, por cuanto se identifica la respectiva manzana 9 con proceso terminado; esta situación se materializa en el plano No 13 que corresponde al Mapa Actual de Vulnerabilidad.

En términos generales las viviendas más vulnerables son aquellas con procesos constructivos y materiales deficientes, y aquellas ubicadas sobre zonas de inestabilidad potencial; sin embargo, viviendas con buena construcción pueden ocasionar excesos de peso generando sobrecargas que pueden llegar a afectar la estabilidad en zonas de laderas. Los extremos de las cuadras son sitios de alta vulnerabilidad, pues son áreas donde la topografía cambia de manera abrupta, con diferencias de altura que pueden llegar a 4.00 metros.

El grado de vulnerabilidad de las viviendas localizadas en el barrio Ramajal se definió de acuerdo a los daños presentes en las mismas, a la calidad de la construcción y a los materiales empleados, como se muestra a continuación:

Vulnerabilidad Baja: Sin daño o con daño mínimo que no requiere reparación. Construcciones bien cimentadas, con materiales aceptables y procesos constructivos adecuados, uso de mampostería o prefabricados y en algunos casos, empleo de sistemas aporticados.

Vulnerabilidad Media: Con daños menores en uno o varios elementos y que requieren reparación. También construcciones con cimentaciones regulares, con materiales aceptables pero con procesos constructivos deficientes.

Vulnerabilidad Alta: Con daños extensivos o graves que requieren reparación o impliquen demolición de la vivienda. Se incluyen también las construcciones elaboradas con materiales pobres, principalmente de recuperación, como madera o latón.

El Cuadro No. 8 resume el inventario de las viviendas de la zona de estudio clasificado por viviendas con vulnerabilidad alta, media y baja. De 110 viviendas 33 viviendas fueron clasificadas como de vulnerabilidad media, 28 de vulnerabilidad baja, y 49 de vulnerabilidad alta. De estas ultimas, 24 fueron reubicadas por la UPES (proceso terminado), 3 se encuentran en procesos de reubicación, 3 corresponden a lotes vacíos y las restantes 19 deberán ser reubicadas (según estimación en el momento del inventario) u objeto de medidas que eliminen el peligro local a que están sujetas.

CUADRO No 8
INVENTARIO DE VIVIENDAS POR VULNERABILIDAD
RESUMEN

	No. de Viviendas	Observaciones
Vulnerabilidad Media	33	Una en proceso de reubicación
Vulnerabilidad Baja	28	
Vulnerabilidad Alta	49	3 en proceso de reubicación 24 con proceso terminado de reubicación 3 lotes vacíos, y 19 de vulnerabilidad alta
TOTAL	**110**	

Las viviendas clasificadas de vulnerabilidad alta corresponden a viviendas construidas sobre relleno blando en madera y/o prefabricados y a viviendas que evidencian daños a nivel de cimentación y/o de deformaciones de los elementos estructurales.

4.4.3 VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS POR ZONA DE AMENAZA

En el Cuadro No. 9 se presenta el inventario de viviendas por cada zona de amenaza y la vulnerabilidad asignada a cada una de ellas.

- **Vulnerabilidad de las Viviendas en la Zona de Amenaza Baja**

Es la zona de mayor consolidación desde el punto de vista urbano. predominan viviendas de construcción aceptable elaboradas en mampostería y algunas de ellas aporticadas. El drenaje se ha efectuado sobre las vías pavimentadas hacia el alcantarillado del barrio.

Se inventariaron 12 viviendas, 8 de la manzana No. 1 y las restantes de la manzana No. 2, siete de las cuales fueron clasificadas de vulnerabilidad media debido principalmente a la calidad de la construcción y en un caso al tipo de material. El resto se cataloga como de vulnerabilidad baja.

- **Vulnerabilidad de las Viviendas en la Zona de Amenaza Media**

Las viviendas localizadas en esta área están construidas en mampostería, madera y materiales de recuperación. No existe alcantarillado pluvial. En las Manzanas Nos. 6, 7, 8 se inventariaron 51 viviendas, una fue reubicada y otra se encuentra en el programa de reubicación de la UPES. De las restantes, 7 fueron clasificadas de vulnerabilidad alta, 19 de vulnerabilidad media y las restantes de vulnerabilidad baja.

En esta zona estaban localizadas la totalidad de la viviendas de la manzana No. 9, diez y siete en total que fueron reubicadas. De las observaciones efectuadas sobre las sitios de demolición de viviendas, se encontró que el nivel de cimentación se hallaba muy superficial y correspondía a relleno de suelo arcilloso, que por la exposición y falta de drenaje, estaba sujeto al fenómeno de ablandamiento por la acción de la escorrentía.

- **Vulnerabilidad de las Viviendas en la Zona de Amenaza Alta**

En esta zona se inventariaron 30 viviendas, se identifican 4 predios de la manzana No 2, dos de ellos corresponden a lotes vacíos cuyas familias fueron reubicadas por la UPES en uno de ellos se encuentra una vivienda en madera, y una vivienda, construida en mampostería con muy bajas especificaciones sobre terreno quebrado, actualmente presenta agrietamientos y deformación de los muros (vivienda 4). Esta vivienda fue clasificada como de alta vulnerabilidad.

La vivienda 2 de la manzana 9 (con proceso de reubicación terminado) es de madera y lata, esta afectada por la acción desestabilizadora que ejerce el agua sobre el área libre que dejo la reubicación.

En las manzana Nos. 3 y 4. Se encontraron 8 viviendas de vulnerabilidad alta construidas en madera, prefabricados y material de recuperación, sobre terrenos de baja competencia geomecánica, sin una adecuada distribución de los espacios urbanos y carentes de drenaje, 4 viviendas de vulnerabilidad media y 2 lotes vacíos.

En la Manzana No. 5, cuatro viviendas fueron reubicadas por la UPES, 3 se encuentran en proceso de reubicación y de las restantes, 2 están clasificadas de vulnerabilidad alta y tres de vulnerabilidad media.

JUSTIFICACION DE LA REUBICACION REALIZADA POR LA UPES

Con base en el concepto técnico de UPES, las causas para la reubicación de viviendas se relacionan con problemas de deslizamientos del suelo ocasionados por la acción del agua. Igualmente se detectaron problemas de asentamientos diferenciales, fallas en los procesos constructivos y deficiente calidad en los materiales de construcción. En la parte baja del sector se identificaron viviendas con problemas estructurales.

El concepto técnico determina además que “en general la ladera evidencia deslizamientos activos con movimientos lentos. En la parte terminal del deslizamiento son evidentes los procesos de asentamiento. Los deslizamientos son bien definidos y el proceso de inestabilidad parece ser continuo y asociado a períodos lluviosos”.

4.4.4 VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA

En el presente numeral se relaciona la vulnerabilidad de la infraestructura relacionada con las vías y la red de acueducto y alcantarillado de la zona de estudio

La infraestructura vulnerable de la zona, corresponde a las vías y accesos, que por su estado además generan problemas de inestabilidad y/o de remoción en masa. En el Plano No. 5 se relaciona el inventario y estado de las vías. En el Plano No. 9 se muestran las condiciones generales de drenaje, definidas con base al reconocimiento.

En primer término se hace referencia a la Avenida Circunvalar, que si bien, se encuentra pavimentada y en sí presenta baja vulnerabilidad, la carencia de una adecuada orientación de las aguas de escorrentía genera una situación de alta inestabilidad para las zonas del barrio Ramajal, por cuanto las mencionadas aguas escurren por el pavimento y se filtran sobre las laderas y llegan a las partes bajas del barrio, generándose un proceso regresivo de filtración y ablandamiento, especialmente sobre los suelos arcillosos, que pueden afectar la estabilidad de las viviendas.

La Transversal 12 Este, se encuentra pavimentada en concreto rígido, su estado es aceptable por lo cual se considera esta vía de baja vulnerabilidad.

Las vías internas del sector de estudio, que serían la prolongación de las calles 30, 30ª y 31 Sur, así como las transversales correspondientes, se encuentran a nivel de afirmado y aunque presentan deficiencias geométricas y de drenaje, su operación es aceptable; así mismo, la susceptibilidad de estas vías a sufrir daños por la acción de un determinado factor detonante (lluvia) no es alto, por lo que se determina para estas vías una condición de vulnerabilidad media. Especial mención se hace sobre la Transversal 13 Este (antiguo cauce de la quebrada San Blas), por cuanto es la parte más baja de la zona, el afirmado esta conformado por desechos de construcción y no tiene ningún sistema de drenaje superficial, por lo que la susceptibilidad a sufrir daños es alto, se considera que este acceso presenta una alta vulnerabilidad.

Con relación a la infraestructura de servicios de acueducto y alcantarillado, en general se considera que estos sistemas presentan una alta vulnerabilidad, por cuanto la susceptibilidad a sufrir daños es alta en atención a las posibles condiciones superficiales de instalación y por tanto de cimentación sobre suelos de baja competencia geomecánica. Las aguas servidas del alcantarillado, entregan en este sector, a un colector de mampostería, cuyo estado y operación se desconoce, pero que por el tiempo que pueda llevar en operación, es susceptible a sufrir daños importantes por la acción de las sobrecargas de los rellenos construídos, por lo que también se considera de alta vulnerabilidad.

Los planos 12 y 13, que corresponden respectivamente a los Mapas de Vulnerabilidad antes del Proceso de Reubicación y de Vulnerabilidad Actual, se relaciona la vulnerabilidad tanto de las viviendas como de la infraestructura de vías y servicios (acueducto y alcantarillado).

4.5 RIESGO

En el Plano No. 14 correspondiente al "Mapa de Zonificación de Riesgos por fenómenos de Remoción en masa antes de la Reubicación" se marcan las zonas catalogadas de riesgo alto, medio y bajo por fenómenos de remoción en masa y erosión, con base en la amenaza a que esta sujeta el área y a la vulnerabilidad de las viviendas allí localizadas. Igual zonificación se relaciona en el Plano No 15 que corresponde al "Mapa Actual de Zonificación de Riesgos por fenómenos de Remoción en Masa". La diferencia de las dos zonificaciones está en la manzana No 9, en el sentido de que antes de la reubicación, esta se catalogaba de alto riesgo por la alta probabilidad de daños de las viviendas existentes, como esta reportado en los respectivos Conceptos Técnicos de la Upes. Una vez realizada la reubicación, evidentemente el riesgo desaparece.

Para la respectiva evaluación del riesgo se consultó los conceptos y metodología propuesta en la "Metodología para estudios de riesgo por deslizamientos a escala intermedia" elaborada por el Dr. Alvaro González G. , presentada en las VI Jornadas Geotécnicas, Octubre de 1990, así como la metodología y resultados obtenidos del Proyecto de "Zonificación de riesgos por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá", realizado por Ingeocim Ltda para la Upes en 1998.

4.5.1 ZONAS DE RIESGO BAJO

En el área catalogada de bajo riesgo, se localizan las manzanas 1 y 2 exceptuando las viviendas de esta última manzana incluidas en alto riesgo, y las viviendas de la manzana 5 localizadas frente a la transversal 12 E. Su amenaza es baja teniendo en cuenta la baja pendiente (0-15°), la dirección del drenaje captado por el alcantarillado, la presencia de vías pavimentadas y las condiciones estables del material de fundación, y la vulnerabilidad de sus viviendas, calificada como baja y media.

En el resto del área no existen viviendas, incluyendo la manzana No. 9 cuyos moradores fueron reubicados por la UPES.

4.5.2 ZONAS DE RIESGO MEDIO

En la zona de riesgo medio se encuentran las manzanas Nos. 6, 7, y 8, sujetas a amenaza media, teniendo en cuenta la topografía ondulada a quebrada, la ocupación en su mayoría por viviendas, las condiciones de los materiales y la susceptibilidad de los suelos al proceso de ablandamiento por acción de la escorrentía.

Las viviendas localizadas en esta área están construidas en mampostería, madera y materiales de recuperación. No existe alcantarillado pluvial. En las Manzanas Nos. 6, 7 y 8 se inventariaron 51 viviendas. Una de ellas fue reubicada y otra se encuentra en el programa de reubicación de la UPES. De las restantes, 7 fueron clasificadas de vulnerabilidad alta, 19 de vulnerabilidad media y las demás de vulnerabilidad baja.

El riesgo de la zona es mitigable y manejable.

4.5.3 ZONAS DE ALTO RIESGO

a) Dentro de la Zona de Estudio

Se definieron dos zonas catalogadas de alto riesgo. La zona de viviendas localizadas en las manzanas 3 y 4, la vivienda 4 localizada en la manzana 2 y la parte baja de la manzana 5.

Esta zona esta sujeta a una amenaza alta ocasionada por la alta pendiente, suelos conformados con rellenos de suelo residual y escombros, donde se observan procesos de erosión, arrastre de suelos, reptación, grietas y pequeños escarpes, sujetos a la acción erosiva del agua debido a la carencia de alcantarillados.

En total se identificaron 12 viviendas de vulnerabilidad alta elaboradas en madera, prefabricados y material de recuperación, construidas sin una adecuada distribución de los espacios urbanos y carentes de drenaje, que representan un alto riesgo de perdidas de la vivienda y vidas humanas.

De las viviendas clasificadas de alta vulnerabilidad, 14 presentan un riesgo alto, originado por la condiciones de alta amenaza por erosión que ofrece el terreno (alta pendiente, la baja competencia geomecánica de los suelos, la falta de adecuación de los espacios y la carencia de drenaje en el área construida) y por la mala calidad de la construcción y cimentación.

En los casos en que la vulnerabilidad alta es generada localmente y se puede mitigar eliminando el peligro especifico no se recomienda su reubicación.

El resto de viviendas clasificadas de vulnerabilidad media y baja están sujetas a riesgo medio mitigable.

b) Fuera de la Zona de Estudio

La segunda zona esta fuera del área del estudio, localizada al extremo sur – este de la zona de estudio y corresponde al reciente deslizamiento que se presentó afectando los muros de la vivienda aledaña.

5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

5.1 MITIGABILIDAD DE LOS RIESGOS

De acuerdo con lo presentado por A. González en “Conceptos sobre la evaluación de Riesgo por deslizamiento”, según lo cual, un Riesgo evitable es aquel cuyos orígenes se pueden evitar y cuyas consecuencias se pueden anular con obras técnica y económicamente factibles. Además se describe el Riesgo Controlable cuando el fenómeno amenazante puede predecirse pero sus consecuencias solo pueden atenuarse o mitigarse, pues no se pueden manejar completamente ni técnica ni económicamente viables.

En atención a los conceptos anteriores y de acuerdo con la problemática existente en la zona de estudio, se determina un tipo de riesgo evitable, por cuanto si bien existen circunstancias de hecho, en el sentido de que el sector “está” con sus limitaciones y problemas, sus consecuencias se pueden anular con obras de ingeniería técnica y económicamente factibles. Si se considera el Objeto y Alcance de los proyectos que realiza la Upes, se determina un tipo de Riesgo Controlable por cuanto si bien el fenómeno amenazante se puede predecir y sus consecuencias se pueden atenuar, no se puede manejar completamente, por cuanto se determinan obras básicas (vías, acueducto, alcantarillado) que son competencia de otras entidades como IDU, EAAB.

5.2 MARCO DE REFERENCIA

Dado que se determina para la zona de estudio, un tipo de Riesgo evitable y manejable, se elabora el siguiente marco de referencia, a partir del cual es posible plantear alternativas de solución integral y/o parcial de la zona de estudio.

El planteamiento de soluciones es posible proponer bajo el concepto de un manejo integral de la zona de estudio, para generar espacios en condiciones estables para desarrollo bien sea de carácter urbano y/o para recreación, en donde se recomienda la conformación de una infraestructura de servicios y la generación de vías de acceso adecuadas como condiciones necesarias para el desarrollo adecuado del sector. La propuesta también se orienta en el sentido de que los espacios dejados por el proceso de reubicación sean tratados y manejados adecuadamente, conformando espacios que no generen ningún tipo de amenaza y en consecuencia darles un adecuado manejo y uso.

El riesgo de la zona no es un riesgo generalizado, es puntual ocasionado por la vulnerabilidad de las viviendas que representa la construcción de estas sobre suelos de relleno, generados por la disposición de materiales de los antiguos chircales, las primeras viviendas construidas y posiblemente la construcción de la avenida circunvalar. Adicionalmente algunas de estas viviendas están construidas sin especificaciones técnicas adecuadas para sus fundaciones y en materiales no apropiados. La ausencia de alcantarillado pluvial permite escorrentías permanentes sobre la ladera ablandando los terrenos, generando la inestabilidad de las construcciones.

Los estudios geológicos y geomorfológicos indican la presencia de materiales competentes para la construcción localizados por debajo de los rellenos mencionados. Lo cual significa que la zona puede ser dedicada al uso residencial si se adoptan las especificaciones

técnicas que exigen las condiciones observadas.

Este panorama nos permite formular dos estrategias complementarias para la recuperación de la zona. Una estrategia general que debe considerarse en el mediano plazo, que consiste en recuperar todo el área del estudio para la realización de un proyecto de vivienda de interés social en altura, en el cual el distrito actúe como gestor, incorporando a los terrenos adquiridos por la UPES los terrenos actualmente ocupados como socios del proyecto, quienes serian retribuidos en área construida, solucionando de paso su problema de vivienda.

Este tipo de soluciones integrales beneficia a todos los participantes en el proyecto. La UPES cumple con su obligación de prevenir y solucionar el riesgo de perdida de viviendas y de vidas humanas existente en el sitio. La población que permanecerá en el sitio gana una vivienda digna que mejora su calidad de vida y la ciudad recupera una área deprimida urbanísticamente.

En estos términos este proyecto encaja en la estrategia urbana impulsada por la actual administración en su Programa de Ordenamiento Territorial POT, con la creación de unidades de actuación en distintos sectores de la ciudad en donde Metrovivienda será la entidad encargada de gestionar este tipo de proyectos, asegurando de paso un uso razonable a los predios que adquiere el Distrito en este caso la UPES, evitando su invasión futura que de no construirse será posiblemente su destino.

La segunda estrategia corresponde al alcance de este estudio en donde se propone la adopción de medidas y la construcción de obras de control para mitigar el riesgo existente, que deberán se adoptadas en el corto plazo.

5.3 PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACION, CONTROL Y MANEJO

Bajo este concepto y teniendo en cuenta que los diferentes tipos de riesgo son evitables y controlables, se elaboró el Plano No. 16 en el cual se plantean las soluciones básicas para toda el área de estudio, presentadas de manera general y conceptual para cada zona de riesgo con el objeto de evaluarlas con la Upes y la Interventoría y determinar la aplicación y desarrollo en función de las prioridades y alcances para este proyecto. Así mismo se plantean unas soluciones básicas y necesarias, como son los servicios de alcantarillado sanitario y pluvial y la de adecuación de vías y acceso, proyectos que son competencia de la EAAB y del IDU, los cuales deberán presentarse y ponerse a consideración de estas entidades para su respectiva evaluación y programación; se considera necesaria la ejecución de este tipo de obras por cuanto a partir de su desarrollo se reduce el riesgo de la zona y además se mejora la calidad de vida de sus pobladores. A nivel de problemas puntuales, se plantea la remoción de material suelto, la protección de taludes y el manejo de aguas de escorrentía por medio de cunetas, las que constituyen las mínimas obras de mitigación para la zona de estudio.

a) Dentro de la Zona de Estudio

El planteamiento de soluciones busca una adecuación básica de la zona de estudio, con base en la ejecución de las siguientes obras:

- Obras de alcantarillado sanitario y pluvial sobre el corredor de la quebrada San Blas, así como sobre las calles 30 y 30ª sur.

- Construcción de bordillos para encauzamiento de aguas, sobre la Avenida Circunvalar, en los sitios colindantes con la zona de estudio.
- Conformación y mejoramiento de todas las vías internas de la zona de estudio, tanto en los aspectos geométricos como de drenaje por medio de cunetas. revestidas.
- Construcción de accesos peatonales con sistema de drenaje por medio de cunetas revestidas.
- Conformación de espacios libres por medio de terraceo y sistemas de manejo de aguas por medio de cunetas y/o canales; protección del cuerpo de taludes por medio de vegetación y/o piedra pegada y/o malla con mortero.
- Para zonas de vivienda, conformación de recalces para viviendas que permitan su aplicación; perfilamiento y protección de taludes por medio de piedra pegada. Manejo de las aguas de escorrentía por medio de cunetas.

Dado el alcance de los proyectos que realiza la Upes y con el objeto de atender condiciones mínimas de mitigación y manejo de la zona de estudio, de acuerdo con la Upes, se diseñarán las siguientes:

- Diseño conceptual de sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y servidas, revisando la capacidad hidráulica del colector existente.
- Conformación de la ladera del costado occidental y nor-occidental mediante terraceo.
- Manejo de las aguas de escorrentía: drenaje de aguas lluvias mediante obras de cunetas revestidas longitudinales y transversales a las curvas de nivel. Se deberán diseñar obras de caída de las cunetas transversales y de entrega al colector existente.
- Arborización y empradización de las áreas reubicadas.

Así mismo y de acuerdo con el inventario de viviendas, se recomienda la reubicación de 14 familias, relacionadas en el Cuadro No. 10. Todas estas viviendas fueron catalogadas de vulnerabilidad alta, el suelo de cimentación es blando, y algunas de ellas presentan daños y sus materiales y calidad de construcción son malas. En cuanto al riesgo estas viviendas fueron clasificadas en riesgo alto y medio, como se indica en el Cuadro No 10. Dentro de estas 14 están incluidas 6 viviendas de la manzana 3 y 1 vivienda de la manzana 4, a las que se les esta adelantando el proceso de reubicación por parte de la Upes.

b) Fuera de la Zona de Estudio

En la zona inestable que colinda con la de estudio (costado oriental) y que se ubica fuera de la zona de estudio, el planteamiento de medidas de control y manejo están orientadas hacía las siguientes actividades:

- Remoción del material suelto
- Eliminación del muro en concreto fallado
- Perfilamiento de taludes y protección de los mismos
- construcción de sistemas de drenaje mediante cunetas revestidas.

Para este sector, por estar fuera de la zona de estudio, solo se plantean las anteriores medidas, para ponerlas a consideración de la Upes, para que la entidad decida el momento de su diseño definitivo y por tanto su ejecución.

5.3.1 EVALUACION TECNICO - ECONOMICA DE VIVIENDAS A REUBICAR EN LAS MANZANAS 3 Y 4.

Dentro del planteamiento de medidas de mitigación y manejo, se presenta una situación especial con las viviendas 3 a 8 de la manzana 3 y la vivienda 1 de la manzana 4. En el momento de realizarse el presente estudio, la Upes estaba adelantando gestiones para negociación y reubicación de estas viviendas, el proceso se encontraba bien avanzado, en el sentido de que ya se había llegado a un acuerdo con los dueños.

Como parte del proyecto, para esta zona se propuso un manejo por medio de la adecuación de espacios y el establecimiento de sistemas de alcantarillado y de medidas de drenaje superficial. En consecuencia y de común acuerdo con la interventoria se acordo realizar un análisis técnico y económico de alternativas, de las 7 viviendas a reubicar de las referidas manzanas, declaradas en alto riesgo, que tiene un área de 2.100 m^2.

Para este análisis se consideraron las siguientes alternativas:

1. Reubicación sin adecuación del espacio pero con demolición de las viviendas
2. Adecuación del espacio, sin reubicación ni demolición de viviendas
3. Reubicación y adecuación del espacio con demolición de viviendas

- **Alternativa 1, Reubicación sin Adecuación**

En esta alternativa, la UPES adquiere los predios y las viviendas por un valor de $5'000.000/vivienda, por lo tanto el valor a cancelar por la UPES será de $35'000.000; a este costo se le agregará $3.500.000 que corresponde al costo de las respectivas demoliciones, cuyo valor será de $500.000/vivienda. El predio quedaría con opción de uso para recreación pasiva.

- **Alternativa 2, Adecuación del Espacio sin Reubicación**

Esta alternativa consiste en la adecuación del área sin reubicar las viviendas existentes, esto implica la ejecución de obras de drenaje, alcantarillado y accesos con la distribución espacial existente.

Para esta alternativa se requiere la aplicación de las siguientes actividades constructivas:

- Procesos de excavación y perfilamiento para adecuación de espacios.
- Construcción de obras de drenaje superficial por medio de cunetas revestidas en concreto.
- Construcción de acceso peatonal con cunetas escalonadas.
- Construcción técnica de alcantarillado para cada predio.
- Protección de taludes con piedra pegada.

En el siguiente cuadro se presenta el presupuesto aproximado, con cantidades de obra estimadas:

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VLR.UNITARIO	VLR. TOTAL
1. Excavación	M^3	2.000	6.500	13'000.000
2. Construcción de Cunetas	M	100	30.000	3'000.000
3. Construcción de Acceso Peatonal con cunetas, escalones	M	80	80.000	6'400.000
4. Construcción de Alcantarillado Sanitario	M	180	95.000	17'100.000
5. Piedra pegada en Taludes	M^2.	200	35.000	7'000.000
			TOTAL	**46'500.000**

- **Alternativa 3, Reubicación y Adecuación del Espacio**

En esta alternativa el criterio básico es la adecuación del espacio para desarrollo urbano, mediante la conformación de lotes para viviendas de interés social.

En el desarrollo de esta alternativa, el espacio quedará libre, permitiéndose una mejor distribución, adecuación y optimización del espacio, lo que permitiría una mayor utilización y distribución de lotes para uso en viviendas de interés social. Se realizaran las siguientes actividades constructivas:

- Reubicación
- Demolición de las viviendas existentes.
- Excavaciones para adecuación de espacios.
- Construcción de cunetas revestidas en concreto.
- Construcción de alcantarillado sanitario.
- Construcción de acceso peatonal con cunetas escalonadas.
- Protección de taludes con piedra pegada.
- Posible conformación de rellenos.

El presupuesto aproximado es el siguiente:

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VLR.UNITARIO	VLR. TOTAL
0. Reubicación	Un	7	5.000.000	35.000.000
1. Demolición	Un	7	500.000	3.500.000
2. Excavación	M^3.	5.000	6.500	32'500.000
3. Construcción de Cunetas	M	100	30.000	3'000.000
4. Construcción de Alcantarillado Sanitario	M	180	95.000	17'100.000
5. Piedra pegada en Taludes	M^2.	200	35.000	7'000.000
6. Construcción de Acceso Peatonal con cunetas, escalones	M	80	80.000	6'400.000
			TOTAL	**104'500.000**

Mediante la adecuación del espacio se busca su utilización para desarrollo urbano. En función del área (2.100 m^2.) se podrían distribuir del orden de 10 lotes de 12 m por 6 m, para un área de 72 m^2 para cada uno. El costo por m^2. de lote con servicios es del orden de $160.000 (V.I.S.).

Del análisis de las alternativas se desprende:

- La alternativa 1, es la más económica. Se considera que se "pierde" un área importante para el desarrollo urbano y además los espacios libres sin adecuar terminan generando una amenaza por remoción en masa o erosión para las viviendas contiguas.

- En la alternativa 2, el proceso constructivo se dificulta bastante por las características del espacio y la mala calidad de las viviendas; existe un alto riesgo de daño durante las actividades constructivas. Además la adecuación y obras de drenaje y alcantarillado serían para beneficio de las 7 familias existentes y lo lógico sería implementar y optimizar el espacio para beneficio de un mayor número de familias, así como las obras de alcantarillado y drenaje para toda el área, que tengan una mayor cobertura.

- El área de trabajo se puede adecuar correctamente y optimizar espacios tanto para vivienda como para posible recreación y/o paisajismo. Si se considera la venta por el sistema de vivienda de interés social la solución se considera más favorable técnica y socialmente y se beneficiarían más número de familias.

- Con la alternativa 3 se consigue una solución mas integral, es decir, demoler todas las viviendas de la zona de interés, adecuar y optimizar correctamente los espacios tanto para vivienda y recreación y/o paisajismo, construir las vías, los drenajes y el alcantarillado, resulta de beneficio para todos. Los actuales propietarios que participarían en el proyecto terminarían con una vivienda digna. Se elimina el riesgo por remoción en masa y erosión y la ciudad recupera un espacio urbano deteriorado.

5.3.2 EJECUCION DE OBRAS EN ZONAS DE RIESGO MEDIO

Las obras de mitigación y manejo para estas zonas, que corresponden a las manzanas 6, 7 y 8, están asociadas a la implementación, revisión y reparación de los sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial, así como el mejoramiento geométrico y la intervención a nivel de drenaje, afirmado y de pavimentación de las respectivas vías, cuyo diseño y ejecución son competencia de las correspondientes entidades como son la EAAB y el IDU. Como se mencionó en el numeral 5.3, estas obras se consideran de necesaria ejecución por cuanto, además de mejorar la condición física de cada manzana, reduce el riesgo y mejora la calidad de vida de sus habitantes.

6. OBRAS DISEÑADAS

De acuerdo con lo presentado en el numeral 5.2 en cuanto al planteamiento de soluciones básicas, así como la definición de medidas mínimas para aplicar, en el presente numeral se hace una descripción de las correspondientes obras a diseñar y cuyos resultados se materializan en los planos de diseño referenciados de los números 17 a 23. Se hace la respectiva relación de diseño para lo correspondiente con la zona de estudio.

De la acordado en el referido numeral, se relacionan los diseños a ejecutar:

- Diseño conceptual de sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y servidas, revisando la capacidad hidráulica del colector existente.
- Conformación de la ladera del costado occidental y nor-occidental mediante terraceo.
- Manejo de las aguas de escorrentía: drenaje de aguas lluvias mediante obras de cunetas revestidas longitudinales y transversales a las curvas de nivel. Se deberán diseñar obras de caída de las cunetas transversales y de entrega al colector existente.
- Arborización y empradización de las áreas reubicadas.

6.1 DISEÑO CONCEPTUAL DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS Y SERVIDAS

6.1.1 ANTECEDENTES

La zona en estudio de acuerdo a su historia es un zona de explotación de chircales y acumulación de residuos y escombros en las zonas más bajas formando rellenos.

En este sitio de relleno se asentó la población, con construcciones primarias y sin ningún tipo de planeamiento urbanístico, lo que implica que todo tipo de infraestructura no contemple ningún concepto tanto de planeamiento, de diseño ingenieril como de construcción adecuada de obras. En general tanto las vías y accesos, como los sistemas de alcantarillado y manejo de aguas, son inicialmente construídos localmente por medio de las respectivas Juntas de Acción Comunal.

6.1.2 LOCALIZACION

La zona de estudio está localizada en el sur oriente de la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C., entre la Avenida circunvalar, la transversal 13E y las calles 29s y 31s.

Su área aproximada es de tres hectáreas (3 Ha.), ubicada entre las cotas 2785 y 2740 m.s.n.m. con una pendiente promedio del 22.5% y teniendo pendientes extremas mayores de 45º.

6.1.3 SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA

En la actualidad la zona drena tanto sus aguas lluvias como sus aguas servidas hacia la quebrada San Blas, cuyo cauce en el sector de estudio, se encuentra canalizada mediante un colector combinado construido en ladrillo de ø 1.40 m. de diámetro.

Las aguas lluvias drenan superficialmente en dirección nor-occidental, directamente sobre las vías y por cauces provisionales que los habitantes han formado por entre sus lotes para evitar las inundaciones, recolectándose finalmente en el colector de San Blas. Esto ocasiona que se estén presentado arrastre de material y desestabilización de la zona.

El alcantarillado de aguas servidas es precario y no posee un cubrimiento total en la área del estudio. Las aguas recolectadas son transportadas mediante colectores hacia el colector San Blas y las zonas sin servicio drenan directamente sobre los cauces existentes hasta llegar al colector, ocasionando malos olores e inconvenientes sanitarios.

6.1.4 POBLACION

En la actualidad el número de viviendas es de 81. En este sector la densidad promedio se estima de 5 a 7 habitantes/vivienda, lo cual equivale a una población aproximada de 500 habitantes.

6.1.5 CAUDAL DE DISEÑO

Para una dotación promedio de 180 LHD se tiene un caudal de 0.91L/S y con un retorno del 80% se tendrá un caudal de aguas residuales de 0.73L/S. Como el área de drenaje es de 3 Ha, se tiene un promedio de 0.24 L/S/Ha.

Las aguas lluvias del sector se determinan mediante las curvas de intensidad duración y frecuencia elaboradas por la EAAB. Además de la zona propia del estudio se estima el área drenaje de la cuenca en 5 Ha para un total de 8 Ha.

6.1.6 DISEÑO CONCEPTUAL DEL ALCANTARILLADO

Como se mencionó anteriormente la disposición final del alcantarillado es el colector combinado de San Blas.

El drenaje de la zona se deberá realizar mediante colectores combinados, recogiendo inicialmente las aguas provenientes de la parte alta de la Av. Circunvalar, siguiendo por las calles existentes ingresando al sistema las aguas servidas y las aguas lluvias, hasta hacer las entregas al colector San Blas cuya capacidad en el sector es de aproximadamente 1.5 m3/seg.

Se toman como corredores la Avenida Circunvalar y las calles 30ª-S y 31 S en tuberías de ø 12¨ en adelante, mediante un sistema de diseño en forma de peine que se determinará en el diseño definitivo del sistema.

De esta manera se manejaran las aguas del sector evitando que se produzcan socavaciones en la viviendas y peligro de deslizamientos por saturación del terreno en la zona de estudio.

6.2 CONFORMACION DE LADERAS MEDIANTE TERRACEO

En el plano No 17 se presenta la Planta General de las obras diseñadas, incluyéndose tanto los terraceos, como peatonales y sistemas de drenaje.

Esta solución se aplicará para el costado sur – occidental de la zona de estudio, entre las transversales 12 E y 12 A; terraceo que se proyectará como continuación del existente. Esta solución requiere como mínimo la adecuación geométrica (en planta y perfil) de la vía correspondiente a la transversal 12 A. Complementariamente con el terraceo se requiere la conformación del respectivo sistema de drenaje y de un acceso peatonal para la zona (Peatonal No 2). Los resultados de este diseño se presenta en los planos 18 y 19, los detalles y obras típicas se relacionan en el plano 24.

Solución de terraceo también se aplica sobre la manzana No 9 la cual corresponde a la zona de reubicación por parte de la Upes. En esta, se aplica el terraceo con el objeto de una adecuación mínima del espacio para desarrollarlo paisajísticamente por medio de siembra de vegetación. También se proyecta un sistema de drenaje por medio de cunetas revestidas en concreto. Se proyecta un acceso peatonal (Peatonal No 3). Los resultados del diseño de este sector se muestra en los planos 20 y 21.

Para esta actividad de diseño, se consideraron los siguientes criterios:

- Elaboración de terrazas siguiendo la geometría de las existentes.
- Conformación geométrica con taludes de máxima inclinación de 1:1. Para las partes escarpadas se procede a un perfilamiento para talud 1/2H:1V, con protección del cuerpo del talud con piedra pegada.
- Cada talud y terraza lleva drenaje superficial por medio de cunetas rectangulares y revestidas en concreto.
- Se conforman accesos peatonales con cunetas laterales rectangulares revestidas en concreto, las cuales servirán de captación y entrega para las cunetas lineales de cada terraza.
- La entrega de las cunetas se hará a los pozos del alcantarillado existente.
- En el terraceo se busca que predomine el corte, con el objeto de eliminar en lo posible las zonas de relleno. El material de excavación (libre de basuras y materia orgánica) se puede utilizar para relleno bajo control estricto de la colocación, humedad y compactación.
- Conformación de accesos peatonales para cada sitio tratado con el objeto de generar un espacio público que minimice la invasión peatonal a los sitios tratados.

Se han materializado los mojones de referencia números 1 y 2 para desarrollar el respectivo replanteo para construcción. Estos mojones están indicados y referenciados en el plano No 1 (Mapa Topográfico).

6.3 ADECUACION DE VIAS Y DRENAJES

Consecuentemente con la proyección del terraceo, es requisito previo, el de definir una geometría mínima (en planta y perfil) de las diferentes vías del sitio de estudio, con el objeto de proyectar puntos finales del terraceo, así como la determinación de cotas para manejo del drenaje. En consecuencia se elaboró un proyecto geométrico de cada vía que así lo requiriera y cuyos resultados son relacionados en el plano 22.

Como criterio básico para la definición de las respectivas vías, se consideró el de variar al mínimo la posición espacial de la vía con el objeto de minimizar movimiento de tierras, consecuentemente se procuró respetar los anchos de banca existentes. Igualmente se proyecto el perfil con el objeto de mejorar y facilitar en general el drenaje.

6.4 RECALCE DE VIVIENDAS

Se propone esta actividad constructiva como sistema de manejo, mejoramiento y protección de cimentaciones de viviendas que requieran y ameriten esta intervención a nivel de cimentación, mediante la aplicación de un recalce en concreto ciclópeo. Esta actividad implica la remoción de material suelto e inadecuado que se encuentre en las respectivas cimentaciones y en consecuencia definir un adecuado apoyo para el recalce, así como lograr una adecuada interacción con la estructura de fundación existente. Se desarrolla el capítulo 11 de las respectivas Especificaciones Técnicas, el cual corresponde a Recalce de Cimentaciones en Viviendas, en donde se presenta tanto los materiales como el proceso constructivo y se dan recomendaciones para su ejecución.

En el plano No 5 y sobre las manzanas 7 y 8 se recomienda de aplicar esta solución, especialmente sobre las viviendas 6 y 7 (M 8) y viviendas 12 y 15 (M 7).

6.5 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

En los Cuadros Nos. 11, 12 y 13 se presentan las cantidades de obra y el presupuesto requerido para la ejecución de los diseños. Entre los ítems contemplados se encuentran: descapote, excavaciones en material común, acarreos, rellenos, empradización y la construcción de cunetas, andenes, sardineles y accesos en concreto.

El Cuadro No. 11 corresponde a la zona 1, esto es, entre las transversales 12 A y 12 E. Allí, además de las obras típicas, tales como la construcción de cunetas y andenes, se hace necesaria la protección de los taludes mediante el empleo de piedra pegada; las obras de esta zona tienen un costo de $ 39.216.960. El Cuadro No. 12 comprende la zona 2, ubicada entre la transversal 12 A y la calle 29 sur; los costos de las obras para esta zona son de $ 97.763.585. El Cuadro No. 13 corresponde a la zona 3, localizada entre las transversales 12 A y 13 E y en la cual, los costos de las respectivas obras son de $ 103.043.120; en estas dos zonas, junto con las obras típicas, se efectuarán demoliciones, recalce de viviendas con concreto ciclópeo y plantaciones de árboles.

A los costos anteriores, se agregan los correspondientes a la demolición y reubicación de 6 viviendas localizadas en zona de riesgo medio, de las cuales 1 es de la manzana 2, 3 corresponden a la manzana 7 y 2 a la manzana 8. La demolición de las 6 viviendas tienen un valor de $ 3.000.000 (a $ 500.000/vivienda) y la reubicación, un valor de $ 30.000.000 (a $5.000.000/vivienda). El valor total de demolición y reubicación de estas 6 viviendas es de $ 33.000.000.

El presupuesto total de obras, incluyendo demolición y reubicación es de $ 273.023.665.

6.6 BENEFICIO COSTO DE LAS OBRAS DE MITIGACION

Con base en las obras proyectadas y los respectivos costos, se presenta un somero análisis de beneficio/costo, teniendo como referencia el número actual de viviendas, las obras proyectadas por realizar y la posible evolución en el aumento tanto de los elementos de amenaza, como de la vulnerabilidad de cada tipo de vivienda existente y el riesgo que se desarrolle en cada zona o manzana del presente estudio.

Para el análisis se parte del concepto de que las obras proyectadas benefician en general a toda la zona de estudio, por las siguientes razones:

- Las obras proyectadas en la zona 1, tanto de adecuación como de drenaje, permiten manejar la estabilidad del sitio y en consecuencia reducir la amenaza por fenómenos de inestabilidad; consecuentemente con el manejo de aguas, se está controlando el efecto desfavorable de la escorrentía sobre las manzanas ubicadas aguas abajo, que serían la 8 y la 9. El acceso proyectado, mejora las condiciones de circulación y acceso para las manzanas 5, 7, 8 y 9. Se reduce el riesgo del sector.

- Las obras en la zona 2, elimina el alto riesgo, generando espacios estables, además determina un adecuado manejo de las aguas en sitio de alta pendiente, por lo que se reduce el arrastre de sedimentos y por tanto también se reduce la contaminación de los cauces naturales aguas abajo. La zona verde proyectada mejora las condiciones paisajisticas existentes, además de que controla posibles invasiones futuras. Se elimina la condición de alto riesgo del sitio.

- Sobre la zona 3 se aplica un cambio de uso del suelo, desarrollándose una zona verde y de paisajismo, con lo que se evita posible invasión del sitio; además se controla de que el sector evolucione hacia situaciones de inestabilidad generando importante amenaza sobre los sectores contiguos. Se establece una zona “pulmón” que beneficia todo el sector.

- La ejecución de las obras mejora el entorno físico y geométrico de la zona de estudio, como también el mejoramiento paisajístico, condición que afecta positivamente la valorización de todos los predios del sector.

Para cuantificar la relación Beneficio/Costo, se han tenido en consideración los siguientes criterios:

- Para tener un orden de magnitud en cuanto a valores actuales de las viviendas del sector, se considera los pagos de $ 5.000.000 que realiza la Upes – Fopae por viviendas en proceso de reubicación. Considerando un área normal de 72 m2, se determina un costo del orden de $ 70.000/m2 (lote y construcción). Se exceptúan las viviendas de las manzanas M1 (8 viviendas) y parte de viviendas de la M2 (5 viviendas), para las cuales se asume un costo de $ 10.000.000/vivienda.

- Se tienen en cuenta los valores actuales de los predios existentes. Actualmente un lote de aproximadamente 72 m2, tiene un valor de $ 4.000.000, lo que da un valor del orden de $ 56.000/m2.

- Se considera el inventario de viviendas por vulnerabilidad, cuyos datos tomados del Cuadro No 8 son: 33 viviendas de vulnerabilidad media, 28 de vulnerabilidad baja y 49 de vulnerabilidad alta (de las cuales, 24 tienen proceso terminado de reubicación). Se tiene un total de 86 viviendas, excluyendo las de proceso terminado.

- Se considera la zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa así como la zonificación actual de riesgo presentada en los planos 11 y 15, en cuanto que si no se realiza ningún tipo de obras, los procesos de inestabilidad pueden evolucionar desfavorablemente hacía condiciones más críticas, y en consecuencia aumentar las zonas de riesgo como también la vulnerabilidad de las viviendas.

- Los diseños de adecuación y paisajismo realizados en la Zona 1 y 2, tienen beneficio general, es decir, que se pueden aplicar a las 86 viviendas del sector. La adecuación de la zona 1, se puede considerar su beneficio directo para las manzanas M1 (8 viviendas) y M8 (15 viviendas), es decir para un total de 23 viviendas.

Los costos de las obras de la Zona 1 son del orden de $ 39 millones (Cuadro No 11), lo que da un valor por vivienda (23) del orden de $ 1.7 millones/vivienda. Desde el punto de vista de beneficio social y para las viviendas beneficiadas por las obras, se considera factible aplicar un incremento del 20% por valorización y mejoramiento del entorno, con lo cual se tendría una relación de beneficio/costo de 1,17 (2/1,7) que es aceptable.

Las obras de las zonas 2 y 3 tienen un costo del orden de $ 200 millones (Cuadros No 12 y 13), los cuales se aplican sobre el área de las respectivas zonas que es de 2100 m2 para la zona 2 y de 3600 m2 para la zona 3. Sobre un total de 5700 m2, se determina un costo por metro cuadrado del orden de $ 35.000/m2; para el análisis, se considera que este será el valor mínimo que puede tener el terreno, si se ejecutaran las obras proyectadas. Si no se realiza la adecuación, estos terrenos no tendrán ningún valor; en consecuencia se puede considerar que se presenta una relación de beneficio/costo de 1, por cuanto el valor del beneficio sería igual al costo de las obras. Cualquier valor agregado que se considere, bien sea por condiciones de mejoramiento de la estabilidad y/o de aspectos paisajísticos, haría que la relación beneficio/costo sea mayor de 1.

De las consideraciones anteriores, se determina que la relación beneficio/costo, generadas a partir de la ejecución de las respectivas obras es mayor de 1, lo cual indica que es factible su desarrollo. El concepto de aplicación de beneficio general, se puede considerar como de valor agregado, con lo cual se incrementaría la relación beneficio/costo.

6.7 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION Y ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

En el anexo No 1 se relacionan las especificaciones técnicas las cuales orientarán y normalizarán los diferentes procesos constructivos para la ejecución de las obras diseñadas. Los análisis de precios unitarios se presentan en el anexo No 2.

7. CONCLUSIONES

- En el área aflora únicamente la formación Bogotá, un cono de deyección ocupando la parte central del valle de la quebrada San Blas, suelos residuales y depósitos de Relleno de Escombros y basuras. El sector se caracteriza por un relieve ondulado a quebrado y abrupto; se observan fenómenos de inestabilidad así como procesos erosivos; el uso del suelo es principalmente de área urbana habitacional.

- Tectónicamente el barrio se localiza sobre el flanco oriental del amplio sinclinal de Usme – Tunjuelito, representado allí por arcillolitas predominantes con intercalaciones menores de areniscas que forman una serie monoclinal buzando al noroeste.

- Geomorfológicamente se han distinguido unidades de origen denudacional principalmente deposicionales alóctonas y una geoforma de origen denudacional – estructural representada por los afloramientos de la formación Bogotá que como se dijo forma una serie monoclinal.

- Dentro de los procesos erosivos actuales se destacan los deslizamientos presentes en la margen derecha de la quebrada San Blas, por fuera de la zona de estudio; reptación de ladera importante en los Rellenos de Escombros (Dr) y en los afloramientos de arcillolitas de la formación Bogotá (S1) hacia la parte noroccidental de área principalmente; y agrietamiento importante sobre las dos últimas unidades citadas.

- Los análisis de estabilidad se realizaron bajo la hipótesis de sismo y coeficiente de presión de poros de 0,5 y 0,3, considerando tipo de falla no circular, determinada sobre relleno y suelo residual; también se consideró tipo de falla circular; los resultados presentan en general un factor de seguridad mayor de 1,3, a excepción de la parte escarpada que colinda con la transversal 12 Este, en donde se obtuvieron factores de seguridad menores de 1 (para la condición con sismo). De acuerdo con lo observado en terreno, el tipo de falla esperado es superficial, especialmente entre el contacto relleno-suelo residual, en donde el elemento detonante es el agua de escorrentía.

- El riesgo alto a que están sujetas alguna viviendas en zonas de amenaza alta se asentua por la calidad de las viviendas (mal construidas y con materiales de bajas especificaciones, niveles de cimentación inadecuados, mal manejo de espacios y condiciones de estabilidad física)

- Los análisis realizados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo son por fenómenos de erosión y remoción en masa y no por sismo para viviendas.

- Los fenómenos detonantes de deslizamientos (lluvia y sismo) son uniformes en el área, dada la pequeña extensión de la zona de estudio.

- Temiendo como referencia las políticas actuales de la UPES se propone la reubicación de 9 viviendas localizadas en zonas de alto riesgo y 5 viviendas en riesgo medio pero con alta vulnerabilidad. Una alternativa de solución integral que desborda la competencia

de la UPES, seria la demolición de las viviendas en alto riesgo, la adecuación de los espacios con obras de ingeniería y urbanismo adecuadas, y la reutilización de estos espacios conformados, para desarrollo urbano con proyectos de vivienda de interés social con los cuales podrían beneficiarse los actuales moradores.

- Las obras de mitigación y manejo, para la zona de riesgo medio, están asociadas a la implementación, revisión y reparación de los sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial, tanto de las calles 31 Sur, 30 A Sur y la transversal 13 E, así como el mejoramiento geométrico, ejecución de drenaje y pavimentación de las respectivas vías, obras que deben ser ejecutadas por la EAAB y el IDU.

- El presente estudio se ha desarrollado con base en los resultados de campo en lo relacionado con la exploración geotécnica, en los resultados de laboratorio y en la investigación de terreno en cuanto se relaciona con el diagnóstico, la vulnerabilidad actual de las viviendas existentes y las características físicas existentes en el momento de adelantar el respectivo estudio. Durante el desarrollo de las respectivas obras, se deberá comprobar las condiciones físicas, geométricas y espaciales existentes en el momento de su ejecución y compararlas contra las definidas en el estudio. Cualquier variación encontrada, deberá comunicarse a la Upes – Fopae, con el objeto de realizar las respectivas aclaraciones y/o complementación y/o ajuste a las condiciones reales del respectivo momento.

8 BIBLIOGRAFIA

INGEOMINAS – Departamento de Planeación Distrital, 1.988. Zonificación Geotécnica del Distrito Especial de Bogotá. Bogotá.

INGEOMINAS, 1.995. Estudios Geológicos. Proyecto Microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá D.C. Bogotá.

INGEOMINAS – Universidad de los Andes, 1.997. Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá D.C. Bogotá.

JULIVERT, M. (1.961c) El papel de la gravedad y de la erosión en las estructuras del borde oriental de la Sabana de Bogotá. Boletín de Geología No. 8. UIS. Bucaramanga.

JULIVERT, M. (1.962ª). Estudio sedimentológico de la parte alta de la Formación Guadalupe al E de Santa Fe de Bogotá D.C. (Cretácico Superior), Boletín de Geología, No. 10. UIS, Bucaramanga.

JULIVERT, M. et al. (1.968) Lexique Estratigraphique International, Amérique Latine, Volume V, Fascicule 4 a, Colombie. Centre National de la Recherche Scientiphique. París.

FRANCO, R. (1993) Estudio geológico de la urbanización Bosque de los Alpes.

INGECIENCIAS (1996) Estudio de suelos proyecto Bosque Los Alpes (primera etapa).

ROMERO, V. (1996) Estudio de suelos y cimentaciones para edificio Car. 3ª No. 30ª-16S.

INGEOCIM LTDA, (1998) Zonificación de riesgos por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.

GONZALEZ, A. (1990) Conceptos sobre la evaluación de riesgo por deslizamiento. VI Jornadas Geotécnicas. Sociedad Colombiana de Ingenieros.

GONZALEZ, A (1990) Metodología para estudios de riesgo por deslizamientos a escala intermedia. VI Jornadas Geotécnicas. Sociedad Colombiana de Ingenieros.

INGENIERIA Y RECURSOS HIDRICOS LTDA - EAAB, (1995) Estudio para el análisis y caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá. Volumen 1. Informe General.