



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

FONDO DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS
FOPAE

CLASIFICADO



CARRERA 27 No 63C-25

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA LA
INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE
REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE RAFAEL URIBE URIBE
Y CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

CONTRATO: No 430 de 2007

**ALTOS DE JALISCO – (SITIO 1)
VOL. 1 INFORME FINAL
ORIGINAL**

BOGOTÁ D.C., JUNIO DE 2008



**ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE
EMERGENCIAS - FOPAE**

TITULO: Elaboración De Diseños De Obras, Presupuestos Y Especificaciones Técnicas En Tres (3) Sitios Para La Intervención Por Riesgos Asociados A Fenómenos De Remoción En Masa En Las Localidades De Rafael Uribe Uribe Y Ciudad Bolívar De La Ciudad De Bogotá D.C. – Sitio No. 1 – Altos de Jalisco.

AUTORES: GEOCING LIMITADA

RESUMEN: En este informe se presentan los estudios necesarios para evaluar los riesgos por fenómenos de remoción en masa del barrio Altos de Jalisco, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C., presentando las medidas de mitigación posibles, y diseñando las obras de prevención y/o control propuestas.

PALABRAS CLAVE: Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Fenómenos de Remoción en Masa, Deslizamientos, Caída de Rocas, Altos de Jalisco, Localidad de Ciudad Bolívar.

TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE:

Fenómenos de remoción en masa: Deslizamientos de tierra, Caída de Rocas.

Amenaza: Probabilidad de excedencia de un fenómeno dado.

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:	CONTRATO:	IDIOMA:	NÚMERO DE PÁGINAS:	NÚMERO DE COPIAS:
Clasificado	No. 430 de 2007	Español	141	1

NOTAS Y OBSERVACIONES

El informe está dividido en cuatro partes, a saber:

Volumen 1 – Informe Final.

Volumen 2 – Anexos (en dos tomos).

Volumen 3 – Planos.

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

CLASE DE DOCUMENTO:	CÓDIGO:	FECHA:
Informe Final	GE-183	03/07/2008

LISTA DE DESTINATARIOS

DESTINATARIO DEL INFORME	IDENTIFICACIÓN
FOPAE	ORIGINAL
FOPAE	COPIA 1

CONTROL DE MODIFICACIONES

ÍNDICE REVISIÓN	CAPITULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES	APROBADO
1	GENERAL	27/07/2008		
2	GENERAL	01/07/2008		

GLOSARIO

- **Amenaza:** Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso en un periodo de tiempo, en un sitio dado.
- **Antrópico:** Se refieren a todas las actividades mediante las cuales el hombre transforma el medio natural., Obras civiles, Deforestación, Minería, Actividades Agrícolas, Sobrepastoreo, Uso del suelo.
- **Cuenca:** Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones
- **Deslizamientos:** Son movimientos en masa que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies de falla ó a través de una franja relativamente estrecha del material. Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse razonablemente.
- **Deslizamientos Rotacionales:** Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular y cóncava.
- **Deslizamientos Traslacionales:** En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia fuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación.
- **Escarpe:** Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia de área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del

terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla

- **Geomorfología:** En pocas palabras, la geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre; pues, según las partículas que componen el término, "geo" es tierra, "morfo" es forma y "logía" es tratado o estudio. Por lo tanto, esta ciencia se remite sólo al estudio de la topografía terrestre. En otras circunstancias, en el estudio de los paisajes de otros astros deberá omitirse el término "geo", y se podrá decir, por ejemplo, morfología de la luna, morfología de marte, etc. En esos casos, se supone, que habrá toda otra serie de factores muy diferentes a los de la tierra que han dado lugar a la fisonomía de los paisajes en dichos astros.
- **Riesgo:** Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una fusión de la amenaza y la vulnerabilidad.
- **Superficie De Falla:** Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.
- **Vulnerabilidad:** Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultados de la probable ocurrencia de un suceso desastroso.

VOLUMEN 1

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN24

1.1. JUSTIFICACIÓN25

1.2. OBJETIVOS26

1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO26

1.4. SOLICITANTE27

1.5. ÁREA DE INFLUENCIA27

1.6. ÁREA DEL PRODUCTO.....28

1.7. POBLACIÓN BENEFICIADA28

1.8. LOCALIZACIÓN28

1.9. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA32

1.10. ANTECEDENTES.....34

1.11. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS40

1.11.1. Talud sur 41

1.11.2. Talud norte 42

1.12. ORGANIZACIÓN DEL INFORME.....45

1.13. GRUPO DE TRABAJO.....45

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO46

2.1. GENERALIDADES.....46

2.2. ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO.....47

2.2.1. Metodología de campo 47

2.2.2. Traslado de coordenadas reales	48
2.3. MÉTODO DE TRABAJO	48
2.3.1. Trabajo de campo.....	48
2.3.1.1. Altimetría y planimetría	48
2.3.1.2. Trabajo de oficina	50
<u>3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.....</u>	<u>50</u>
3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	50
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	53
<u>4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....</u>	<u>54</u>
4.1. METODOLOGÍA.....	54
4.1.1. Recopilación de información de referencia	54
4.1.2. Análisis de la información	54
4.1.2.1. Información secundaria	54
4.1.2.2. Información primaria.....	55
4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES	55
4.2.1. Estratigrafía.....	56
4.2.2. Geología estructural.....	56
4.3. GEOLOGÍA LOCAL	58
4.3.1. Unidades superficiales.....	58
4.3.1.1. Unidades de suelos	59
4.3.1.2. Unidades de rocas	60
4.3.2. Condiciones estructurales	61
4.4. GEOMORFOLOGÍA	62

4.4.1. Morfología	64
4.4.2. Morfodinámica y procesos de inestabilidad	65
4.4.2.1. Análisis multitemporal de fotografías aéreas.	65
4.4.2.2. Procesos de inestabilidad	67
4.5. CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS	70
<u>5. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.....</u>	<u>71</u>
5.1. OBJETIVOS	71
5.2. METODOLOGÍA.....	72
5.3. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL.....	72
5.3.1. Precipitación totales mensuales	72
5.3.2. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	75
5.3.3. Lluvia crítica	75
5.4. EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL	79
5.4.1. Coeficiente de escorrentía.....	79
5.4.2. Determinación del tiempo de concentración de la lluvia.....	81
5.4.3. Cálculos de intensidades máximas	82
5.4.4. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio.....	82
5.4.5. Permeabilidad	83
5.4.6. Obras de drenaje superficial.....	83
<u>6. SISMOLOGÍA.....</u>	<u>84</u>
<u>7. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO</u>	<u>88</u>
7.1. CONSIDERACIONES GENERALES	89
7.1.1. Información temática básica del sitio.....	89

7.1.2. Caracterización de los procesos de inestabilidad.....	90
7.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	92
7.2.1. Zona geotécnica 1. Talud norte	92
7.2.2. Zona geotécnica 2. Talud sur	93
7.3. CARACTERIZACIÓN GEOMECAÁNICA.....	94
7.3.1. Suelo residual	95
7.3.2. Areniscas (roca blanda) Rb	96
7.3.3. Arcillolita.....	98
7.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	101
7.4.1. Método de análisis	101
7.4.2. Análisis retrospectivo	103
7.4.3. Condición actual.....	106
<u>8. DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE MITIGACIÓN</u>	<u>107</u>
8.1. CRITERIOS DE DISEÑO	107
8.2. ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN	108
8.2.1. Talud sur.....	109
8.2.1.1. Alternativa 1	109
8.2.1.2. Alternativa 2	109
8.2.2. Zona norte	110
8.2.2.1. Alternativa 1	110
8.2.2.2. Alternativa 2	110
8.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL.....	111
8.3.1.1. Diseño de anclajes.....	111

8.3.2.	Diseño de muros en gaviones.....	112
8.3.3.	Diseño de pilotes y micropilotes.....	113
8.3.4.	Resumen de los resultados de los análisis de estabilidad	113
8.4.	CANTIDADES DE OBRA, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO.....	114
8.4.1.	Cantidades de obra talud norte.....	114
8.4.2.	Cronograma	114
8.4.3.	Presupuesto.....	115
8.4.3.1.	Análisis de precios unitarios	115
8.4.3.2.	Porcentaje de AIU	115
8.4.3.3.	Presupuesto	116
8.5.	ANÁLISIS DE VIABILIDAD	117
8.6.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	119
8.7.	MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO	119
9.	<u>PLAN DE GESTIÓN SOCIAL</u>	<u>120</u>
9.1.	DESCRIPCIÓN	120
9.2.	OBJETIVOS	120
9.3.	PERSONAL SOCIAL NECESARIOS CONTRATISTA E INTERVENTORÍA 121	
9.4.	ESTRATEGIAS.....	122
9.4.1.	Puntos Crea (Centro de Reunión, Encuentro y Atención).....	122
9.4.2.	Comités CREA	122
9.4.3.	Afiches informativos.....	124
9.4.4.	Volantes de información	124
9.5.	SUBPROGRAMAS	124

9.5.1. Subprograma de información	124
9.5.1.1. Reuniones generales informativas	124
9.5.1.2. Reunión inicio de obra – información general	125
9.5.1.3. Reunión finalización de la obra.....	126
9.5.1.4. Requerimientos para las reuniones	126
9.5.2. Subprograma de divulgación del proyecto	126
9.5.2.1. Elementos de divulgación.....	126
9.5.3. Levantamiento de actas de vecindad	127
9.5.4. Convocatorias	129
9.5.5. Información en caso de actividades extraordinarias en desarrollo de la obra 129	
9.5.6. Información sobre las etapas de la obra.....	129
9.5.7. Divulgación del plan de manejo de tráfico (PMT)	130
9.5.8. Definición de piezas de comunicación	130
9.5.8.1. Afiches Informativos	130
9.5.8.2. Volantes de Información	131
9.5.8.3. Volantes de PMT	131
9.6. SUBPROGRAMA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	131
9.6.1. Instalación del Punto de Atención al Ciudadano – Punto CREA.....	131
9.7. PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD.....	133
9.7.1. Conformación Comité CREA.	133
9.7.2. Talleres de sostenibilidad.....	134
9.7.3. Programa de capacitación a empleados y subcontractistas.	136
9.7.4. Contratación de personal no calificado	137

9.7.5. Información de los subcontratistas	137
9.7.6. Dotación de implementos de trabajo	138
9.8. DOCUMENTOS A ENTREGAR	138
9.9. COSTO.....	139
<u>10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>139</u>
<u>11. LIMITACIONES.....</u>	<u>141</u>

VOLUMEN 1

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Información georeferenciada tomada del SIG del DPAE.....	30
Tabla 2. Listado de viviendas en reasentamiento en la zona de estudio	39
Tabla 3. Esquema de presentación del estudio	45
Tabla 4. Relación de personal que realizó los estudios.....	46
Tabla 5. Relación de personal que realizó los estudios.....	47
Tabla 6. Listado de coordenadas de los puntos de amarre	48
Tabla 7. Relación de equipos utilizados en el levantamiento topográfico	49
Tabla 8. Relación de ensayos de laboratorio	53
Tabla 9. Relación de fotografías aéreas.....	65
Tabla 10. Relación entre la lluvia crítica y la lluvia anual para la ciudad de Bogotá (INGEOCIM – UPES, 1998).....	76
Tabla 11. Parámetros y cálculo del tiempo de concentración	81
Tabla 12. Valores de intensidad máxima – duración de 10 minutos.....	82
Tabla 13. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio	83
Tabla 14. Propiedades del material suelo residual.....	95
Tabla 15. Parámetros de resistencia	96
Tabla 16. Propiedades del material.....	97
Tabla 17. Parámetros de resistencia	98
Tabla 18. Propiedades del material.....	98
Tabla 19. Parámetros de resistencia	99
Tabla 20. Parámetros de resistencia	102
Tabla 21. Análisis retrospectivo de estabilidad de talud norte.....	105

Tabla 22. Análisis de estabilidad de talud actual.....	107
Tabla 23. Categorización de amenaza por FRM	107
Tabla 24. Factores de seguridad mínimo para estructuras de contención según la NSR-98	108
Tabla 25. Factores de seguridad contra deslizamientos de las alternativas planteadas	111
Tabla 26. Factores de seguridad de las estructuras proyectadas en el talud norte	113
Tabla 27. Factores de seguridad de las estructuras proyectadas en el talud sur ..	113
Tabla 28. Discriminación del AIU Talud Norte	115
Tabla 29. Discriminación del AIU Talud Sur	115
Tabla 30. Costo aproximado de las alternativas planteadas	116
Tabla 31. Predios considerados para reubicación	118
Tabla 26. Personal social requerido por el contratista.....	122

VOLUMEN 1

LISTADO DE FIGURAS

Figura I. Localización general de la zona de estudio..... 31

Figura II. Mapa de amenaza por FRM (Ingeocim – Upes, 1998)..... 36

Figura III. Sectores de la zona de estudio 44

Figura V. Geología regional (Ingeocim – Upes, 1998)..... 57

Figura VI. Geomorfología regional (Ingeocim – Upes, 1998) 63

Figura VII. Procesos (Ingeocim – Upes, 1998) 69

Figura VIII. Curvas de precipitación total anual en Bogotá (Ingeocim – Upes, 1998) 74

Figura IX. Curvas de precipitación crítica (Ingeocim – Upes, 1998) 77

Figura X. Curvas de periodos de retorno de la precipitación crítica (Ingeocim – Upes, 1998) 78

Figura XI. Usos del suelo (Ingeocim – Upes, 1998)..... 80

Figura XII. Perfiles, topografía estudio anterior 104

VOLUMEN 1

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Lluvias medias mensuales (1976 - 2007) en la estación Casablanca	73
Gráfica 2. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para la zona de estudio	75
Gráfica 3. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante	96
Gráfica 4. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante	97
Gráfica 5. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante	99
Gráfica 6. Perfil Geotécnico del Talud Norte	100
Gráfica 7. Perfil geotécnico del Talud Sur.	100
Gráfica 8. Fuerzas actuando en una rebanada.....	102
Gráfica 9. Situación actual y anterior del talud con la respectiva topografía.....	106
Gráfica 3. Carga última para anclajes y pernos en roca (Littlejohn y Bruce, 1975)	112

VOLUMEN 1

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de la problemática del sector 41

Ilustración 1. Espectros de respuesta sísmica para los tres sismos de diseños, bases del estudio de respuesta sísmica de Bogotá. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997)..... 85

Ilustración 2. Espectro local de aceleraciones en la Zona 1-Cerros. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997) 87

Ilustración 3. Rangos aproximados del coeficiente sísmico pseudo-estático “k” para factores de seguridad mínimos propuestos en la literatura (referencias sobre el diagrama) 88

VOLUMEN 1

LISTADO DE FOTOS

Foto 1 Panorámica de la zona de estudio, Talud Sur. 29

Foto 2. Panorámica de la zona de estudio, Talud Norte 29

Foto 3 Detalle de las afectaciones en la parte superior frente a la carrera 18 K..... 38

Foto 4. Detalle de las afectaciones en la parte anterior del predio (1) del Señor Luís Rodríguez. 39

Foto 6. Viviendas afectadas den la pata del talud de la zona norte..... 42

Foto 7. Viviendas afectadas den la pata del talud de la zona norte..... 42

Foto 8. Viviendas afectadas den la pata del talud de la zona norte..... 43

Foto 9. Afectación de la obra de mitigación existente en la zona norte. 43

Foto 10. Muestras identificadas, rotuladas y debidamente empacadas..... 52

Foto 11. Muestras identificadas, rotuladas, empacadas en papel reynolds y plástico para conservar la humedad. 52

Foto 12. Muestras identificadas, rotuladas y debidamente empacadas..... 52

Foto 13. Muestras identificadas, rotuladas y debidamente empacadas..... 52

Foto 14. En la parte superior suelo residual gris oscuro, que subyace roca altamente meteorizada y caída de detritos. 60

Foto 15. Macizo rocoso de composición arenacea, afectado por dos sistemas de diaclasas, las cuales propiciaron la caída de rocas. 60

Foto 16. Obsérvese procesos de inestabilidad y erosión de moderada magnitud; en la parte inferior del talud..... 68

Foto 17. Obsérvese depósitos antrópicos de escombros. 68

Foto 18. Vivienda ubicada en la parte inferior del deslizamiento. 68

Foto 19. Vivienda ubicada en la parte inferior del deslizamiento. 68

Foto 20. Afloramientos de areniscas, la cual a través del macizo rocoso se presenta infiltración de agua 71

Foto 21. Viviendas ubicadas en la corona del talud norte..... 93

Foto 22. Sondeo realizado en la zona de escarpe en el talud sur..... 94

VOLUMEN 2 - ANEXOS

CONTENIDO

ANEXO A	TOPOGRAFÍA
ANEXO A1	CERTIFICADO DEL IGAC
ANEXO A2	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE TOPOGRAFÍA
ANEXO A3	DATOS CRUDOS
ANEXO A4	LISTA DE COORDENADAS
ANEXO A5	CARTERAS DE GPS
ANEXO A6	REGISTRO FOTOGRÁFICO
ANEXO B	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO
ANEXO B1	REGISTRO DE APIQUES
ANEXO B2	REGISTROS DE SONDEOS
ANEXO B3	ENSAYOS DE LABORATORIOS
ANEXO B4	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE LABORATORIO
ANEXO C	MEMORIAS DE CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE CUNETAS.
ANEXO D	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
ANEXO D1	PERFILES CON CONDICIONES DE TOPOGRAFÍA ANTERIOR
ANEXO D2	PERFILES CON CONDICIONES DE TOPOGRAFÍA ACTUAL
ANEXO D2A	ALTOS DE JALISCO NORTE
ANEXO D2B	ALTOS DE JALISCO SUR
ANEXO D3	PERFILES CON OBRAS DE MITIGACIÓN
ANEXO D3A	ALTOS DE JALISCO NORTE

ANEXO D3B ALTOS DE JALISCO SUR

ANEXO E MEMORIAS DE CÁLCULOS

ANEXO E1 MURO EN GAVIÓN NORTE Y SUR

ANEXO E1A MURO EN GAVIÓN CON SISMO

ANEXO E1B MURO EN GAVIÓN SIN SISMO

ANEXO E2 DISEÑO MICRO PILOTES

ANEXO E3 MURO EN CONCRETO

ANEXO E1B ALTOS DE JALISCO SUR

ANEXO F CALCULO AIU, PRESUPUESTO, CANTIDADES DE OBRAS Y CÁLCULOS APU

ANEXO F1 CÁLCULO DEL AUI

ANEXO F1A CÁLCULO DEL AUI NORTE 1

ANEXO F1B CÁLCULO DEL AUI NORTE 2

ANEXO F1C CÁLCULO DEL AUI SUR 1

ANEXO F1D CÁLCULO DEL AUI SUR 2

ANEXO F2 PRESUPUESTOS Y CÁLCULO APU NORTE

ANEXO F2A PRESUPUESTOS Y CÁLCULO APU NORTE 1

ANEXO F2B PRESUPUESTOS Y CÁLCULO APU NORTE 2

ANEXO F3 PRESUPUESTOS Y CÁLCULO APU SUR

ANEXO F3A PRESUPUESTOS Y CÁLCULO APU SUR 1

ANEXO F3B PRESUPUESTOS Y CÁLCULO APU SUR 2

ANEXO F4	MEMORIAS DE CÁLCULO
ANEXO F4A	MEMORIAS DE CÁLCULO NORTE 1
ANEXO F4B	MEMORIAS DE CÁLCULO NORTE 2
ANEXO F4C	MEMORIAS DE CÁLCULO SUR 1
ANEXO F4D	MEMORIAS DE CÁLCULO SUR 2
ANEXO G	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SOBRE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.
ANEXO G1	ALTOS DE JALISCO NORTE
ANEXO G2	ALTOS DE JALISCO SUR
ANEXO H	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
ANEXO H1	ALTOS DE JALISCO NORTE
ANEXO H2	ALTOS DE JALISCO SUR
ANEXO I	MAPA DE ZONIFICACIÓN HOMOGÉNEA CON OBRAS PROPUESTAS.
ANEXO J	FICHAS PREDIALES

VOLUMEN 3 - PLANOS

CONTENIDO

PLANO GE183-PL-AJ1-01	Levantamiento topográfico y exploración del subsuelo.
PLANO GE183-PL-AJ1-02	Geología local
PLANO GE183-PL-AJ1-03	Perfiles Geológicos
PLANO GE183-PL-AJ1-04	Geomorfología
PLANO GE183-PL-AJ1-05	Localización de obras Alternativa 1 (talud Norte)
PLANO GE183-PL-AJ1-05A	Localización de obras Alternativa 2 (talud Norte)
PLANO GE183-PL-AJ1-06	Detalles constructivos Alternativa 1 (talud Norte)
PLANO GE183-PL-AJ1-06A	Detalles constructivos Alternativa 2 (talud Norte)
PLANO GE183-PL-AJ1-07	Localización de Obras Alternativa 1 (talud Sur)
PLANO GE183-PL-AJ1-07A	Localización de Obras Alternativa 2 (talud Sur)
PLANO GE183-PL-AJ1-08	Detalles constructivos Alternativa 1 (talud Sur)
PLANO GE183-PL-AJ1-08A	Detalles constructivos Alternativa 2 (talud Sur)

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA LA
INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN
EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE RAFAEL URIBE URIBE Y CIUDAD
BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

INFORME FINAL

SITIO No. 1

ALTOS DE JALISCO

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 430 de 2007

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del Contrato de Consultoría No. 430-2007, suscrito entre el FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE BOGOTÁ - FOPAE y GEOCING LIMITADA, cuyo objeto es la "Elaboración de diseños de obras, presupuestos y especificaciones técnicas en tres (3) sitios para la intervención por riesgos asociados a fenómenos de remoción en masa en las localidades de Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar de la ciudad de Bogotá D.C.", se presenta este documento que contiene el Informe del Sitio No. 1, localizado en el barrio Altos de Jalisco de la localidad de Ciudad Bolívar.

El objeto del estudio consiste en determinar las causas de los problemas de estabilidad de la zona y efectuar los respectivos diseños geotécnicos para las obras de mitigación. Para cumplir con este objeto, se realizó un reconocimiento del sitio por parte de los especialistas en Geología y Geotecnia, y se desarrolló un programa de exploración geotécnica del subsuelo con base en trincheras, perforaciones, y ensayos de laboratorio.

Con base en los resultados de los trabajos de campo y laboratorio se efectuaron los análisis de ingeniería, tendientes a establecer las causas del problema y a efectuar el planteamiento de alternativas de solución.

1.1. JUSTIFICACIÓN

El barrio Altos de Jalisco se localiza sobre la ladera occidental de los cerros suroccidentales de Bogotá, que bordean el extremo sur de la Sabana de Bogotá, en inmediaciones de la margen izquierda del río Tunjuelito, sobre terrenos de antigua explotación minera a cielo abierto que permitían la obtención de materiales pétreos destinados a la industria de la construcción y que está situado en una zona catalogada como de amenaza media y alta por fenómeno de remoción en masa (FRM)¹. Actualmente las condiciones propias del sitio, tales como la alta pendiente y los materiales erosionables, han generado con el tiempo un proceso de deterioro del sector, que sumado a la disposición inadecuada de basuras y a la construcción no planeada de viviendas en su alrededor, crea una zona de preocupación para el gobierno distrital y de riesgo para sus habitantes.

Teniendo en cuenta los “Estudios y Diseños de Estabilidad de Taludes, Control de Erosión y Manejo de Aguas para la Estabilización de Diferentes Sitios en Ciudad Bolívar, Santa Fe de Bogotá”, realizados por Ingetec S.A. (1997) para La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE, se construyeron obras de mitigación de riesgo por fenómenos de remoción en masa en el talud norte de la zona de estudio, que consistía en el revestimiento de la ladera mediante concreto lanzado y pernos, los cuales fallaron hacia finales del 2006, afectando a tres (3) viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera; se le atribuye dichos fenómenos a los siguientes factores: erosión hídrica y saturación producto de las altas

¹ Según el plano normativo del POT de la ciudad de Bogotá (Amenaza actual por fenómenos de remoción en masa).

precipitación, el inadecuado manejo de las aguas servidas y como factores contribuyentes a la pendiente de la ladera escarpada correspondiente al 60%.

1.2. OBJETIVOS

- ✓ Realizar Estudios de Estabilidad de Taludes, Control de Erosión y Manejo de Aguas para la restauración de la estabilización del Sitio No.1 Altos de Jalisco de la Localidad de Ciudad Bolívar.
- ✓ Realizar un análisis de amenaza y riesgo y la evaluación de las alternativas seleccionadas para el control de fenómenos de remoción en masa y valoración de la habitabilidad de las viviendas involucradas.
- ✓ Diseñar las obras de mitigación de riesgo por fenómenos de remoción en masa, incluyendo cuadro de cantidades, especificaciones técnicas, recomendaciones sobre los procesos constructivos, presupuestos, cronogramas de ejecución, análisis de precios unitarios y análisis de la viabilidad de la construcción.

1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO

- ✓ Identificar la zona de estudio en la cual se diseñaran las obras de mitigación del riesgo causados por fenómenos de remoción en masa, en la que se incluirá un análisis del proyecto para evaluar el beneficio directo e indirecto que recibirá la comunidad
- ✓ Realizar estudios de exploración del subsuelo de tal manera que permita crear un modelo geológico representativo de la zona y a su vez muestre la estratificación, su estructura geológica e igualmente a evaluación de las condiciones del agua subsuperficial.

- ✓ Analizar los trabajos de laboratorio por medio de ensayos que permitirán identificar las características de esfuerzo – deformación, resistencia u otras propiedades de los materiales encontrados para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad.
- ✓ Realizar un análisis de estabilidad en conjunto con los resultados arrojados por el previo estudio geológico-geotécnico, el cual permitirá plantear la situación de los procesos de remoción en masa y así mismo crear medidas para mitigación de los mismos.
- ✓ Evaluar la actividad de los fenómenos de remoción en masa y su afectación a corto, mediano y largo plazo de toda la zona de estudio, además, de mitigar el riesgo con diseños detallados de obras de estabilización de acuerdo al análisis de las medidas recomendadas para el barrio Altos de Jalisco (Sitio 1).
- ✓ Diseñar obras de mitigación de acuerdo a estudios previos del subsuelo y análisis de estabilidad; detallando procesos constructivos, especificaciones técnicas y viabilidad de las obras propuestas.

1.4. SOLICITANTE

El presente estudio se llevó a cabo por solicitud de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) mediante contrato No. 430 de 2007 como respuesta a las emergencias presentadas en el talud de estudio

1.5. ÁREA DE INFLUENCIA

La inestabilidad presentada en el talud afectado involucra aproximadamente un área de influencia de 4750 m².

1.6. ÁREA DEL PRODUCTO

Las obras a ejecutar por recomendación del presente estudio, comprenden un área directa de 808 m².

1.7. POBLACIÓN BENEFICIADA

Las obras de estabilidad que deben llevarse a cabo benefician a 34 viviendas, 245 habitantes aproximadamente localizados en la zona.

1.8. LOCALIZACIÓN

El barrio Altos de Jalisco se encuentra localizado sobre la ladera occidental de uno de los cerros suroccidentales de Bogotá, ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, que bordean el extremo sur de la Sabana de Bogotá, en inmediaciones de la margen izquierda del río Tunjuelito (ver Figura I). El sector de estudio se encuentra localizado entre las carreras 18 L y 18K, y entre la Calle 62 A sur y Calle 62 sur; a su vez, la zona de estudio se ha dividido en dos sectores: Talud Sur (ver Foto 1) y Talud Norte (ver Foto 2).



Foto 1 Panorámica de la zona de estudio, Talud Sur.

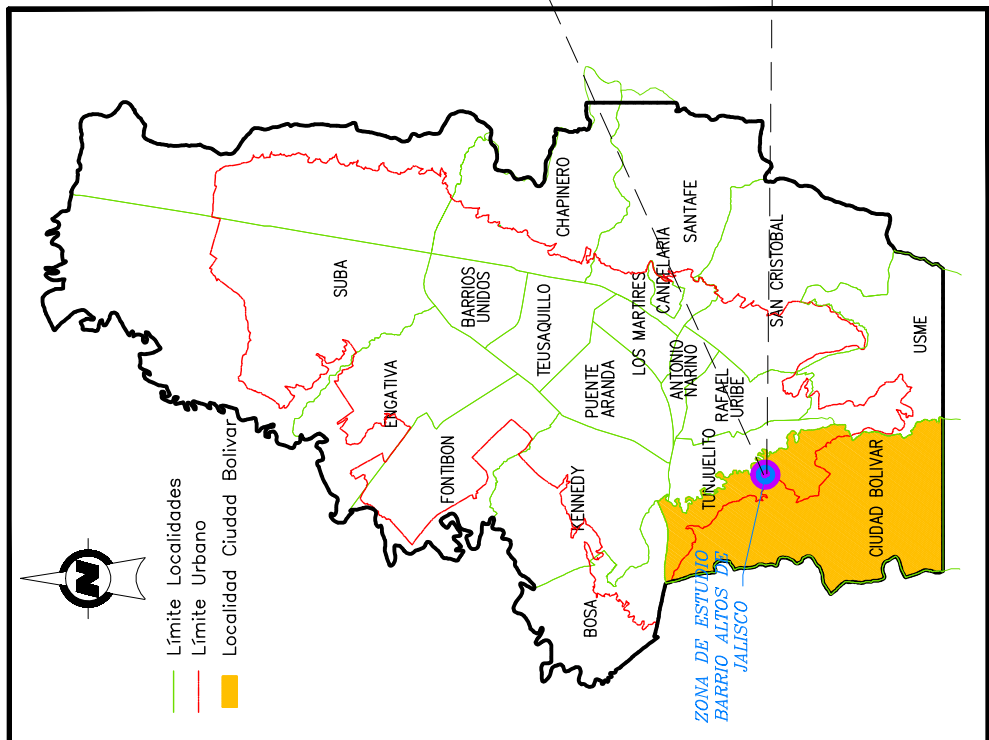
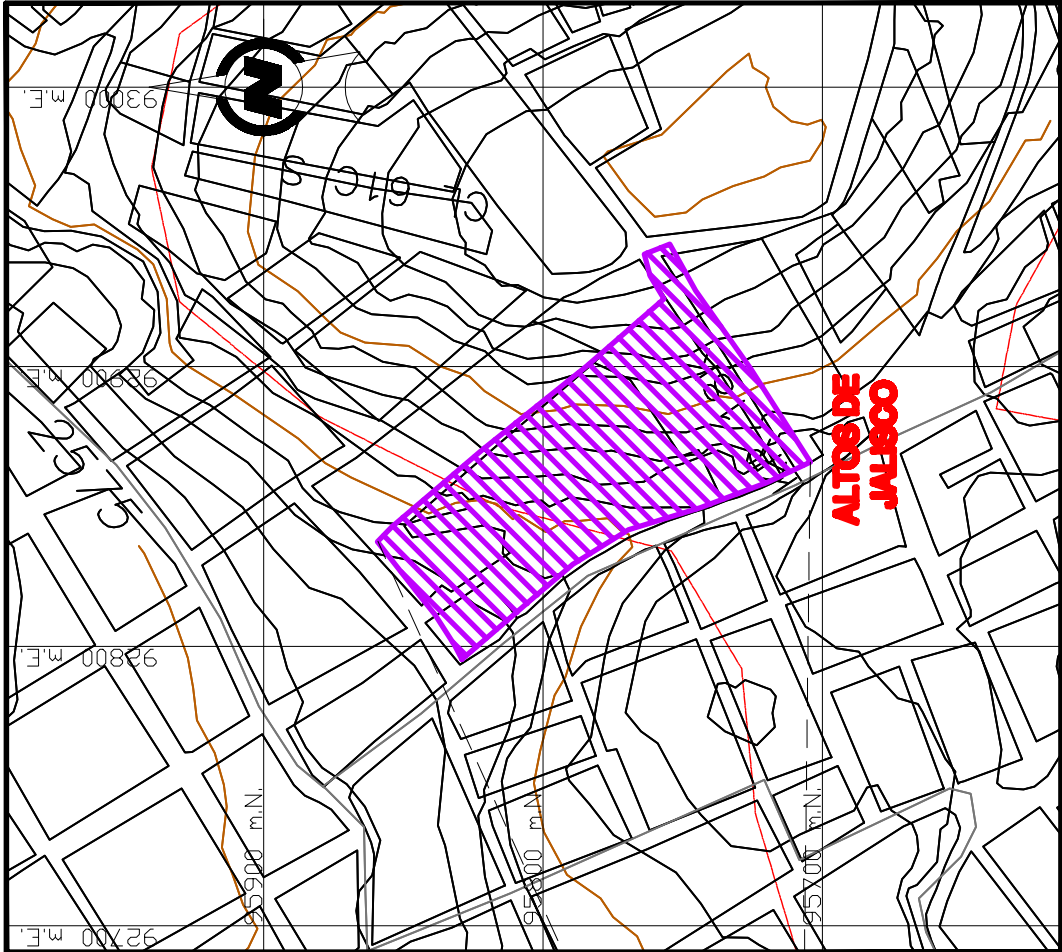


Foto 2. Panorámica de la zona de estudio, Talud Norte




Los datos generales del proyecto, en cuanto a la información disponible en el Sistema de Información Geográfica del DPAE (SIRE), se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Información georeferenciada tomada del SIG del DPAE

DIRECCIÓN	CR 18R # 62A - 63 SUR
LOCALIDAD	19 Ciudad Bolívar
BARRIO	LUCERO ALTO
MANZANA	00252140
ESTRATO	1
INUNDACIÓN	NO CUBRE
REMOCIÓN	AMENAZA MEDIA
MICROZONA	Zona 1A - Cerros Orientales y Sur Occidentales
BARRIOS DAPD	ALTOS DE JALISCO
UPZ	66 - San Francisco
ESTUDIOS DPAE	261
GEOLOGÍA	Teri
GEOMORFOLOGÍA	I A
GEOTÉCNICO	Roca



Esc. 1:2500

INTERVENTORIA:  GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	ELABORÓ:  	CONTENIDO: LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO		ARCHIVO ACAD: FIGURA 1.DWG
		PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	ESCALA: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE DE 2007	FIGURA No: FIGURA 1 DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

1.9. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Las siguientes fueron las fuentes de información secundaria recopiladas para el desarrollo del objeto del estudio:

- ✓ Estudio para el Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá. IRH INGENIERÍA y RECURSOS HÍDRICOS LTDA. – EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, Noviembre de 1995.
- ✓ Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá. INGEOMINAS, 1997.
- ✓ Estudio para la Zonificación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa de las Localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Santafé, Chapinero, Usaquén y Suba. INGEOCIM LTDA. – UPES. Octubre de 1998.
- ✓ Diagnóstico de Emergencia No. 514
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-1446 del 22 de Abril del 2002.
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-3861 del 2 de Noviembre de 2002 por la DPAE.
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-2807 del 27 de mayo del 2006.
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-3098 del 4 de diciembre del 2006.
- ✓ Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá. Esc. 1:120.000; INGEOMINAS; 2005.
- ✓ Geología de la plancha 209-Sabana de Bogotá; INGEOMINAS, Memoria Explicativa; año 2005.

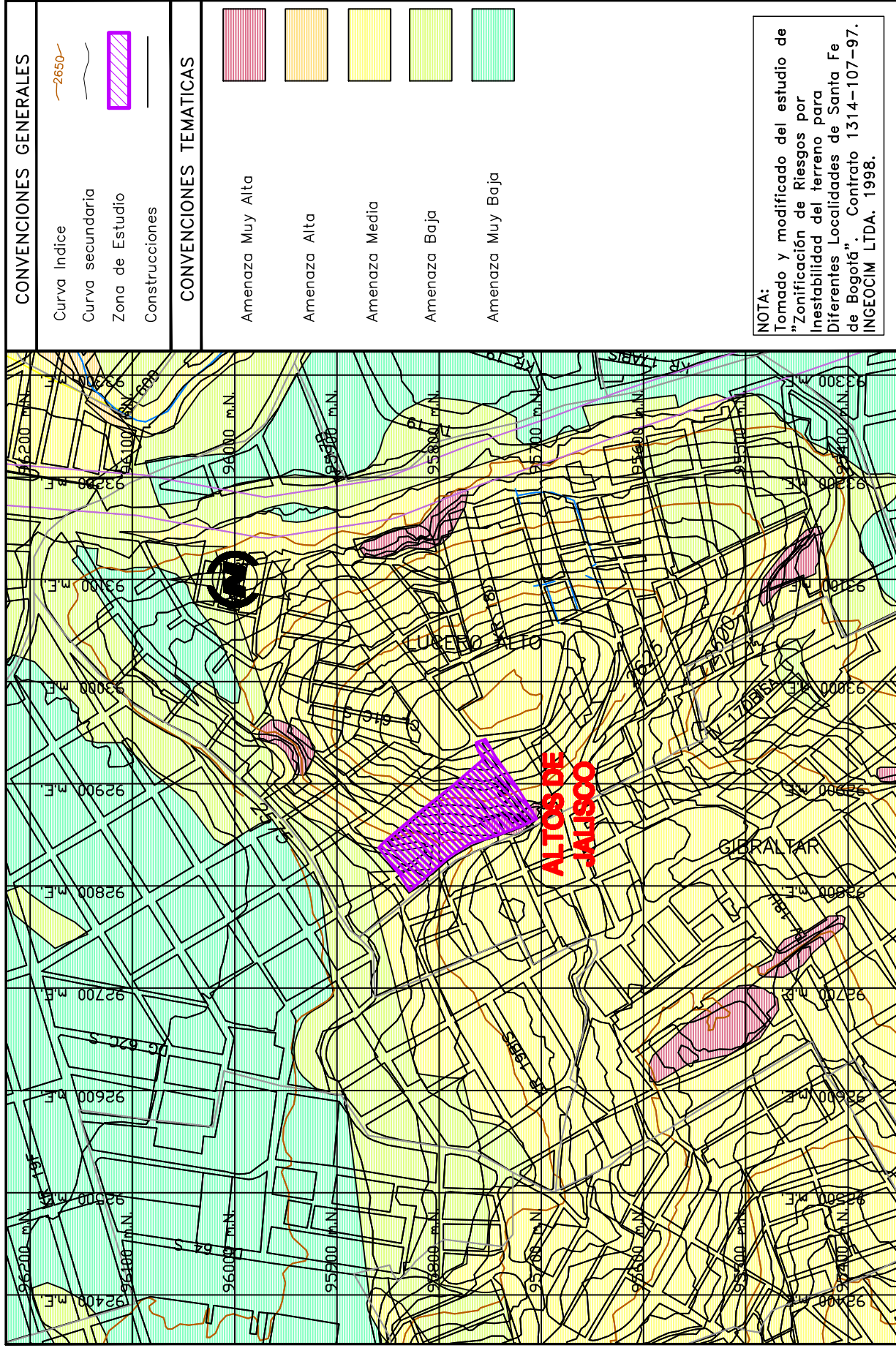
- ✓ Propuesta metodológica para los estudios de geomorfología aplicados a la ingeniería; Carvajal, J.H, y otros; Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C, 2004.
- ✓ Propuesta metodológica para los estudios de geología aplicados a la ingeniería; Padilla, J.P., y otros, Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C, 2003.
- ✓ Mapa Geomorfológico de la Sabana de Bogotá; Plancha246-II-B, Esc. 1:25.000; Carvajal, J.H., y otros, Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C., 200).
- ✓ Mapa Geológico para Ingeniería de la Sabana de Bogotá; Plancha246-II-B, Esc. 1:25.000; Padilla, J.P., y otros, Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C., 2004.
- ✓ CARO, P., GARCÍA, J. Zonificación Geotécnica del Distrito Especial de Bogotá. INGEOMINAS-DAPD. Bogotá, 1988.
- ✓ CARVAJAL, José Henry. Características Geomorfológicas de la Sabana de Bogotá. Memoria Explicativa de mapas a escala 1:25.000. INGEOMINAS. Documento Inédito. Bogotá, D. C. 2005.
- ✓ PADILLA, Justo. Geología para Ingeniería de la Sabana de Bogotá. Memoria Explicativa de mapas a escala 1:25.000. INGEOMINAS. Documento inédito. Bogotá, D. C. 2005.
- ✓ INGEOMINAS. Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Estudios Tectónicos y Geotectónicos. Bogotá, 1996.
- ✓ VARGAS C., Germán. Geomorfología de la Sabana de Bogotá. En Publicación Geológica Especial de INGEOMINAS No. 27. Bogotá, D. C., 2004

- ✓ INGEOMINAS 1997, Estudio Geológico – Geomorfológico para la Microzonificación de Santa Fe de Bogotá escala 1:25000.
- ✓ Fotografías aéreas del IGAC, números 061 y 062, del Vuelo C-2265; sobre –S-33685; año 1986.
- ✓ Fotografías aéreas del IGAC números 018 y 019 del Vuelo C-2333; sobre – S-34559; año 1988.
- ✓ Fotografías aéreas del IGAC, números 097, 098, 115 y 116 del Vuelo C-2717; sobres, S-39296 y S-39297; año 2004.
- ✓ “Estudios y Diseños de Estabilidad de Taludes, Control de Erosión y Manejo de Aguas para la Estabilización de Diferentes Sitios en Ciudad Bolívar, Barrio Altos de Jalisco; Santa Fe de Bogotá”; FOPAE- UPES-INGETEC S. A., 1998.
- ✓ “Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las medidas propuestas en la alternativa más conveniente, para su implementación en el corto plazo; Barrio Altos de Jalisco, Bosques Sector I y II; Localidad de Ciudad Bolívar; Bogotá, D.C”., FOPAE-DPAE-CONSORCIO IGR, 2006.

1.10. ANTECEDENTES

El sitio de estudio en el barrio Altos de Jalisco, corresponde a una antigua explotación minera; esta actividad extractiva modificó sustancialmente la morfometría original de dichos cerros y alteró su estabilidad natural. Esta actividad fue abandonada sin realizar obras de recuperación y adecuación de los cortes efectuados. A continuación, la cantera y el área aledaña fueron ocupadas para vivienda sin efectuar obras de adecuación e infraestructura para su urbanización, creando así una zona de riesgo para sus habitantes. De allí que la zona de estudio

se encuentra catalogada de acuerdo al plano de amenaza por fenómenos de remoción en masa como una zona de amenaza alta (ver Figura II).



CONVENCIONES GENERALES


Curva Indice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	


CONVENCIONES TEMATICAS

Amenaza Muy Alta	
Amenaza Alta	
Amenaza Media	
Amenaza Baja	
Amenaza Muy Baja	

NOTA:
 Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá", Contrato 1314-107-97. INGECCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
 DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.
 SITIO 1
 BARRIO ALTOS DE JALISCO
 LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

INTERVENTORA:

GEODINÁMICA INGENIERÍA LTDA.

ELABORÓ:

GE CING LTDA.

CONTENIDO:
AMENAZA (INGECCIM)

ARCHIVO ACAD: FIGURA I.DWG
ESCALA: 1:5000
FECHA: DICIEMBRE DE 2007
FIGURA No: FIGURA II
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

Hacia mediados de 1998, la UPES, hoy DPAE, contrato con la firma Ingetec S.A., los estudios y diseños de las obras de estabilización de taludes en este sector, estudio que recomienda las obras que posteriormente se construyeron y que en resumen son:

- ✓ **Talud norte:** En este talud, para evitar nuevas caídas de bloques se recomendó la instalación de un sistema de protección compuesto por malla metálica, concreto neumático y pernos. De acuerdo con las características de los bloques potencialmente inestables que se estimaron, se consideró suficiente colocar pernos de 2,5 m de longitud, espaciados 2,0 m en ambas direcciones, para el refuerzo del talud en este sector.
- ✓ **Talud sur:** En este sector se propuso efectuar algunas excavaciones con el fin de conformar un talud con pendiente uniforme de 1,0H: 1,0V, complementado con huecos de drenaje, protección con pasto de la superficie excavada y obras para el manejo de las aguas superficiales.

Posteriormente, hacia finales del año 2006 y en la temporada invernal de ese año, se presentaron dos eventos que se describen en el Diagnostico Técnico DI – 3032 del 24 de noviembre de 2006 (Eventos 65683 y 65844), relacionados con las obras de estabilización de taludes construidas con base en los diseños de Ingetec S.A., localizadas en el Barrio Altos de Jalisco de la Localidad de Ciudad Bolívar; a continuación se describen los eventos relacionados:

EVENTO 65683 (15 de Noviembre de 2006): Este sector se localiza frente a la Carrera 18 K con Calle 63 Sur y corresponde a un talud de 50 m de longitud, con una altura de 10 m y un buzamiento promedio de 45° aproximadamente, en el cual se implementaron obras de protección geotécnica como geomalla, cunetas

revestidas y un muro de gaviones en la parte baja hacia el costado izquierdo (corresponde al talud sur del estudio de Ingetec). En el talud se generó un flujo de lodo y tierra que involucró un volumen aproximado de 5 m^3 , debido a las lluvias precedentes, produciendo saturación del terreno y afectando la obra en un 70%, hacia la parte media – baja del talud, principalmente la geomalla. Al momento de la visita no se observaron viviendas afectadas por el Proceso de Remoción en Masa. (Ver Foto 3).



Foto 3 Detalle de las afectaciones en la parte superior frente a la carrera 18 K

EVENTO 65844 (18 de Noviembre de 2006): El sector evaluado corresponde a un talud de 40 m de longitud, con una altura de 12 m y un buzamiento de 60° aproximadamente, posiblemente correspondiente a un frente de antigua explotación de cantera en el cual se instalaron pernos y fue revestido con concreto lanzado (corresponde al talud norte del estudio de Ingetec). En el talud se generó un deslizamiento traslacional en bloque involucrando un volumen de 60 m^3 de roca sana y meteorizada (arcillolitas y areniscas), debido a las intensas lluvias que generaron saturación del terreno, produciendo incremento en la presión de poros y por ende mayor empuje del material terreo contra el concreto de revestimiento, lo cual conllevó a la falla. Debido al empuje y al impacto generado por el material deslizado se produjo el colapso de dos muros en mampostería de dos viviendas aledañas al sector en referencia, generando daños y pérdidas de enseres al interior

de las viviendas habitadas por el Señor Luís Ernesto Rodríguez en la Carrera 18 R # 62 A – 63 Sur y por la Señora Luz Mary García en la Carrera 18 R # 62 A – 72 Sur (ver Foto 4).



Foto 4. Detalle de las afectaciones en la parte anterior del predio (1) del Señor Luís Rodríguez.

Posteriormente, personal de la Coordinación de Asistencia Técnica de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá - DPAE, recomendó incluir en el programa de reasentamiento, por estar viviendo en zonas de alto riesgo no mitigable, a las familias que habitan los predios relacionados en la Tabla 2.

Tabla 2. Listado de viviendas en reasentamiento en la zona de estudio

Predio No.	Dirección	Nombre
1	Carrera 18R # 62A-63 Sur	Luís Ernesto Rodríguez
2	Carrera 18R # 62A-72 Sur	Luz Mary García
3	Carrera 18R # 62A-76 Sur	María Delia Peña

Teniendo en cuenta que el sector donde se presentaron los eventos 65683 y 65844 está incluido en la base de sitios críticos por Fenómenos de Remoción en Masa de la DPAE, se recomendó gestionar la intervención inmediata por parte de la entidad o entidades competentes, a través de la realización de diseños y ejecución

de obras a lo largo del talud afectado, donde se incluya la revisión de la condición de estabilidad actual de las obras de mitigación existentes en el sector, e implementar en el corto plazo las medidas correctivas necesarias para garantizar la estabilidad del sector en general.

1.11. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS

La zona de estudio está localizada en antiguos frentes de explotación de material de cantera, que han sido enmascarados por la urbanización del sector, pero que constituyen un factor determinante para conformar la topografía escarpada del sector; geológicamente son materiales areno limosos provenientes de la meteorización de las rocas de la Formación Regadera (suelos residuales), que pueden embeber bloques y cantos de material parental, producto de la meteorización diferencial del macizo; en algunos sectores muy puntuales la roca meteorizada presenta el diaclasamiento de la roca madre formando pequeños bloques (menores a 0,5 m). Este material es altamente susceptible a la meteorización por efecto del agua, que sumado a la presencia de grietas de tensión pueden ocasionar los desprendimientos de suelo o rocas embebidas dentro del suelo residual o roca meteorizada (ver Ilustración 1). En la zona de estudio, y como ya se había mencionado, la problemática se puede dividir en dos sectores claramente identificados, y denominados Talud Norte y Talud Sur (ver Figura III, respectivamente; a continuación se presenta en forma sucinta la descripción de la problemática en cada uno de estos sectores.

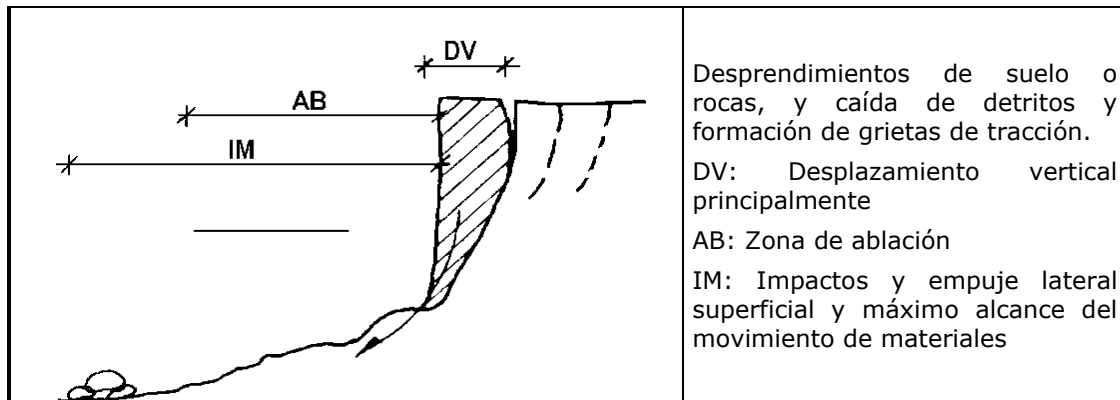


Ilustración 1. Esquema de la problemática del sector ²

1.11.1. Talud sur

Hacia la zona sur del talud en estudio, se presentan deslizamientos tipos rotacionales y caída de detritos de roca meteorizada, que involucra una capa de suelo residual y arenisca completamente alterada. Contribuyen con estos fenómenos los procesos de erosión laminar y erosión diferencial que afectan los niveles blandos de roca arcillolita encontrada en la base del talud (ver Foto 5 y Foto 6) y el agrietamiento superficial del terreno permitiendo la filtración del agua, todo esto ocasionado por las aguas de escorrentía superficial y profunda que abunda en el sector de estudio.

² Finlay, P.J., Mostyn G.R. and Fell R, (1999). "Landslide Risk Assessment: Prediction Of Travel Distance". *Canadian Geotechnical Journal* 36. PP. 556 -532.



Foto 5. Viviendas afectadas den la pata del talud de la zona norte



Foto 6. Viviendas afectadas den la pata del talud de la zona norte

1.11.2. Talud norte

En la zona norte, a mediados de noviembre de 2006, se presentó un fenómeno de remoción en masa (FRM) tipo rotacional sobre una ladera de antigua extracción minera, afectando la obra de mitigación existente consistente en la instalación de pernos y concreto lanzado; además debido al empuje del material deslizado afectó a las tres (3) viviendas colindantes a la pata del talud (ver Foto 7 y Foto 8). Como factor detonante se atribuye a las fuertes lluvias y como contribuyente las aguas domiciliarias de las viviendas ubicadas en la parte alta de la ladera.





Foto 7. Viviendas afectadas den la pata del talud de la zona norte



Foto 8. Afectación de la obra de mitigación existente en la zona norte.



CONVENCIONES

	TALUD NORTE
	TALUD SUR

PROYECTO:
 DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.
 SITIO 1
 BARRIO ALTOS DE JALISCO
 LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR



**GEODINAMICA
 INGENIERIA LTDA**



CONTENIDO:
**SECTORES DE ZONA
 DE ESTUDIO**

ARCHIVO ACAD:	FIGURA IIIDWG
ESCALA:	1:750
FECHA:	DICIEMBRE DE 2007
FIGURA No:	FIGURA III
DIBUJO:	JUAN CARLOS BECERRA

927 928 929

927 928 929

95825 m.N.
 95800 m.N.
 95775 m.N.
 95750 m.N.
 95725 m.N.

92825 E.F.
 92800 E.F.
 92775 E.F.
 92750 E.F.

1.12. ORGANIZACIÓN DEL INFORME

Este informe presenta una descripción de las actividades realizadas, metodologías empleadas, cálculos y análisis de resultados, los cuales están contenidos en el siguiente esquema de presentación (ver Tabla 3):

Tabla 3. Esquema de presentación del estudio

CAP.	TITULO
2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
3	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO
4	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
5	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA
6	SISMOLOGÍA
7	MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO
8	DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
10	LIMITACIONES

1.13. GRUPO DE TRABAJO

Los trabajos fueron realizados por la firma GEOCING LIMITADA (bajo la dirección del Ing. Flavio Soler Sierra), con supervisión de la firma GEODINÁMICA INGENIERÍA LIMITADA (bajo la dirección del Ing. Mauricio Camargo Chávez); con el objeto de llevar a cabo las diferentes actividades del presente estudio, GEOCING LIMITADA conformó el grupo de trabajo relacionado en la Tabla 4.

Tabla 4. Relación de personal que realizó los estudios

Nombre	Función o cargo
Flavio Soler Sierra	Director del estudio – Especialista en geotecnia y riesgos
Justo Pastor Padilla	Geólogo
Carlos Santander	Especialista en estructuras
Freddy Lozano España	Ingeniero de Diseño
Sandra Rodríguez	Ingeniera Residente – Trabajos de Exploración del Subsuelo
Rocío Rincón P.	Ingeniera auxiliar – Cartografía y SIG
Diana Jazmín Villamil	Auxiliar de ingeniería
Edwin Gaitán	Dibujante
Carlos Castillo L.	Topógrafo
Carlos Navarro	Laboratorista

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

2.1. GENERALIDADES

Se presenta en este informe una descripción del trabajo de campo y oficina desarrollado para la elaboración del plano topográfico del sitio de riesgo localizado en el barrio Jalisco, localidad de Ciudad Bolívar.

En el **Anexo A5** se presenta un registro fotográfico de las actividades adelantadas en la ejecución de las labores.

2.2. ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

Llevar a cabo el levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico), con coordenadas reales y el amojonamiento de tres (3) vértices, siguiendo los parámetros básicos que se mencionan a continuación:

- ✓ Amarre de coordenadas reales utilizando el CODAZZI 2010.
- ✓ Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
- ✓ Levantamiento topográfico detallado del sitio con: postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, vías, paramentos, cercas, y demás detalles.
- ✓ Generación de curvas de nivel cada 0.5 m

2.2.1. Metodología de campo

A continuación se presenta un recuento cronológico del trabajo de campo realizado para llevar a cabo el levantamiento topográfico:

El día martes 06 de noviembre se realizó el traslado de coordenadas y amojonamiento de los tres (3) vértices a referenciar de acuerdo como aparece en la Tabla 5 y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

Tabla 5. Relación de personal que realizó los estudios

MOJÓN	NORTE	ESTE	COTA
GPS1	95880.58	92748.945	9579.49
GPS2	95771.45	92839.95	2598.868
GPS3	95706.317	92860.719	2611.017

En este mismo día se movilizó la comisión de Topografía al área de estudio para adelantar labores de levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico tomando en detalle redes de agua, luz y teléfono, así como vías, viviendas y otras características visibles y de importancia para este trabajo.

2.2.2. Traslado de coordenadas reales

Para realizar el traslado de coordenadas del levantamiento topográfico se empleó la información suministrada por el IGAC del vértice CODAZZI 2010 localizado en la base de registro continuo en las instalaciones del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (VER ANEXO A.1).

A continuación se presenta en la Tabla 6, las coordenadas del vértice utilizado IGAC, punto CODAZZI 2010.

Tabla 6. Listado de coordenadas de los puntos de amarre

MOJÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD ELIPSOIDAL
CODAZZI 2010	04° 38' 19.24208"	74° 04' 47.81532"	2610.816

2.3. MÉTODO DE TRABAJO

2.3.1. Trabajo de campo

2.3.1.1. Altimetría y planimetría

El equipo y los recursos utilizados por la comisión para realizar el levantamiento topográfico son los que se relacionan en la Tabla 7.

Tabla 7. Relación de equipos utilizados en el levantamiento topográfico

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Estación TOPCON GTS 235W	1
GPS SOKIA STRATUS	2
Topógrafo	1
Cadenero primero	1
Cadenero segundo	2
Vigilante	2
Radios de onda corta	4
Vehículo	1
Otros elementos	1

Se realizó el levantamiento de todos los detalles por radiación para la elaboración del plano respectivo utilizando una estación total TOPCON GTS 235 W, estos detalles fueron: vías, paramentos, postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, y puntos de topografía para generar curvas de nivel cada 0.5 m, el total de puntos levantados fue de 1023 Los detalles del levantamiento fueron almacenados en cartera electrónica, lo cual garantiza su veracidad. Las cotas fueron calculadas por nivelación trigonométrica a partir de los datos de la estación, mediante el software SURFACE MODELING. La calibración de los equipos se muestra en el **ANEXO A.2**.

Se realizó el levantamiento de todos los detalles por radiación para la elaboración del plano respectivo utilizando una estación total TOPCON GTS 235 W, estos detalles fueron: vías, paramentos, postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, y puntos de topografía para generar curvas de nivel cada 0.5 m, el total de puntos levantados fue de 431. Los detalles del levantamiento fueron almacenados en cartera electrónica, lo cual garantiza su veracidad. Las cotas fueron calculadas por nivelación trigonométrica a partir de los datos de la estación, mediante el software SURFACE MODELING. La calibración de los equipos se muestra en el **ANEXO A.2**.

2.3.1.2. Trabajo de oficina

Los datos del levantamiento topográfico realizado, se bajaron directamente desde el colector de datos de la estación total al computador, evitando así errores de transcripción y agilizando este proceso; en el **ANEXO A.3.** se presentan los datos crudos de la estación, y en el **ANEXO A.4.** Se presenta el listado de coordenadas del levantamiento topográfico.

Los puntos topográficos fueron interpolados utilizando el software SURFACE MODELING, hallando las curvas de nivel, y con las carteras de campo se realizó la planimetría del sitio, obteniendo como resultado el **PLANO GE183-PL-AJ1-01**

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Con el fin de conocer la estratigrafía del sector y determinar las características geomecánicas de los diferentes materiales que constituyen el subsuelo en la zona de estudio, se llevó a cabo el programa de investigación del subsuelo detallado a continuación.

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

- ✓ Cinco (5) perforaciones (P-01 a P-05) ejecutados mediante el procedimiento de percusión, rotación y lavado en suelos cohesivos y arenos limosos y mediante el procedimiento de perforación en broca diamantada para suelos rocosos. Las profundidades varían entre los 1,5m y los 10,2m. En total se perforaron 33,4m, de los cuales 19m corresponden a Materiales de depósitos blandos (suelos areno-

limoso); resultante de la meteorización y alteración de los componentes de las rocas in situ; son de color gris oscuro, de consistencia blanda a muy blanda. De acuerdo con las observaciones en los afloramientos rocosos, sus espesores oscilan entre 0.5 y 1.5m. Se presentan especialmente en la parte media-alta del sitio de estudio y en sectores de morfología ondulada. Perforación en roca (arenisca y arcillolitas). De color amarillo y gris anaranjado, de grano medio a muy grueso, con intercalaciones de conglomerados finos, en estratos muy gruesos (2-3m de espesor), con intercalaciones menores de capas delgadas de arcillolitas gris rojiza y gris oscuro. Las rocas se presentan en general muy friables, en sectores deleznable, de resistencia blanda, poco fracturadas y moderadamente a altamente meteorizadas.

- ✓ Tres (3) apiques exploratorios del subsuelo (AP-01 a AP-03) con profundidades entre 0,25 m a 0,70m. En total se excavaron 3m para este tipo de apiques. Con materiales correspondientes al Apique 1: (De 0 a 0.50 m: Capa vegetal) De 0.50 a 0.7 m: Arcillolita limosa gris violeta y verdosa, presencia de algunas raíces, resistencia de blanda a media. Para el Apique 2: De 0 a 0.50 m Capa vegetal; De 0.50 a 0.7 m: Suelo residual areno-limoso de color gris oscuro y consistencia baja. Para el Apique 3: De 0 a 0.70 m Arenisca de color amarilla de grano medio a grueso y resistencia blanda muy friable

En el **PLANO GE183-PL-AJ1-01** se presenta la localización de las perforaciones exploratorias del subsuelo. Cada muestra fue identificada visualmente en campo, rotulada y adecuadamente empacada para su transporte al laboratorio (Ver Foto 9 y Foto 10).



Foto 9. Muestras identificadas, rotuladas y debidamente empacadas.



Foto 10. Muestras identificadas, rotuladas, empacadas en papel Reynolds y plástico para conservar la humedad.

De cada uno de los sondeos mecánicos realizados, se llevo a cabo un registro continuo de los materiales encontrados, en el cual se consignó la información concerniente al tipo y profundidad de cada muestra, descripción visual de los materiales que conforman cada estrato, profundidad a la cual se producen cambios en la estratigrafía, medición de la posición del nivel freático, resultados de los ensayos de campo efectuados, calidad de la roca (RQD) porcentaje de recobro y se recuperaron muestras de suelo alteradas e “inalteradas” (Ver Foto 11, Foto 12). Adicionalmente, se realizaron Apiques, con el fin de verificar la información estratigráfica y de geología estructural (ver **ANEXO B.1**).



Foto 11. Muestras identificadas, rotuladas y debidamente empacadas.



Foto 12. Muestras identificadas, rotuladas y debidamente empacadas.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el objeto de determinar cualitativamente las variaciones en la consistencia o densidad de los suelos, fue realizado en las perforaciones el ensayo de penetración estándar (SPT), los resultados de este ensayo están contenidos en los respectivos registros de perforación (Ver **ANEXO B.2**)

Sobre las muestras obtenidas durante la ejecución de los sondeos se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio, con el fin de determinar su clasificación, propiedades in-situ, resistencia y deformación. En la Tabla 8 se presenta el tipo de ensayo realizado, cantidad realizada y su respectiva norma.

Tabla 8. Relación de ensayos de laboratorio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	NORMA
Contenido de humedad	Un	22	INV-E122
Peso unitario	Un	10	INV-E161
Limites de Atterberg (liquido y plástico)	Un	14	INV-E125 y 126
Peso Específico del sólido	Un	2	INV-E128
Compresión inconfiada en roca	Un	2	INV-E152
Corte directo	Un	3	INV-E154
Permeabilidad	Un	3	INV-E130

En el **ANEXO B.3**, se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados. La calibración de los equipos de laboratorio se muestra en el **ANEXO B.4**.

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1. METODOLOGÍA

4.1.1. Recopilación de información de referencia

Para el desarrollo del estudio de los sitios seleccionados, se realizó una recopilación de la información temática existente y disponible de los sitios de estudio, y relacionada con los objetivos del proyecto, la cual se listó en el numeral 1.9.

4.1.2. Análisis de la información

Para el análisis de la información obtenida se siguió la siguiente metodología:

4.1.2.1. Información secundaria

Se realizó una revisión y análisis de la información recopilada y disponible de los sitios de estudio, como informes previos sobre los problemas de estabilidad identificados, estudios regionales de zonificación de amenazas, de zonificación geotécnica y microzonificación sísmica; información geológica, geomorfológica, fotografías aéreas, cartografía temática y en general toda la información que se consideró necesaria para cumplir con el objeto de los estudios.

En lo referente a las temáticas específicas y básicas (geología y geomorfología), en el presente estudio se integró la geología regional, local y de detalle, teniendo en cuenta aspectos de génesis, litología, estratigrafía y geología estructural, unidades de superficie, perfiles de meteorización y procesos de erosión. Igualmente se analizaron fotografías aéreas de diferentes escalas y tomadas por el IGAC en diferentes épocas.

4.1.2.2. Información primaria

El levantamiento geológico de detalle comprendió las actividades de reconocimiento de campo. Para la caracterización geológica local (detallada), se analizaron los materiales rocosos presentes en los diferentes afloramientos de los sitios de estudio, teniendo en cuenta sus propiedades y condiciones físico-mecánicas necesarias para su aplicación en la ingeniería geotécnica; igualmente, se midieron los elementos estructurales de los materiales rocosos (rumbo y buzamiento de estratos), levantamiento de columnas estratigráficas, levantamiento de discontinuidades en número suficiente para tener la información representativa requerida en los análisis de estabilidad del macizo rocoso. La información obtenida se proceso en los planos topográficos (Esc. 1:200 /500) levantados por GEOCING LTDA; igualmente, se tomaron fotografías generales y de detalle de los diferentes sitios como un elemento ilustrativo. La evaluación geológica se orientó principalmente hacia la obtención de un modelo geológico- geotécnico, el cual permitió optimizar la exploración geotécnica e interpretación de las condiciones locales de estabilidad.

4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES

El sitio uno (1) del Barrio Altos de Jalisco está ubicado en la parte inferior de los cerros sur de la Sabana de Bogotá, en la vertiente izquierda del río Tunjuelito.

De acuerdo con los estudios geológicos regionales realizados por **INGEOMINAS** hasta la fecha (Mapa geológico de la Sabana de Bogotá; escala 1:100.00; 2005), en el área donde se ubica el sitio de estudio y sus alrededores afloran predominantemente rocas sedimentarias de edad Terciaria, lo que se es congruente con el Plano Geológico Regional, en escala 1:5000 realizado por Ingeocim – Upes en el año de 1998 (ver Figura IV), donde la zona de estudio está

localizada sobre rocas de la Formación Regadera del Conjunto Inferior (denominado Teri, en la nomenclatura utilizada en el estudio de 1998 ³).

4.2.1. Estratigrafía

Las rocas de edad Terciaria, se han agrupado dentro de la unidad denominada Formación Arenisca de la Regadera, conjunto Inferior (E2ri).

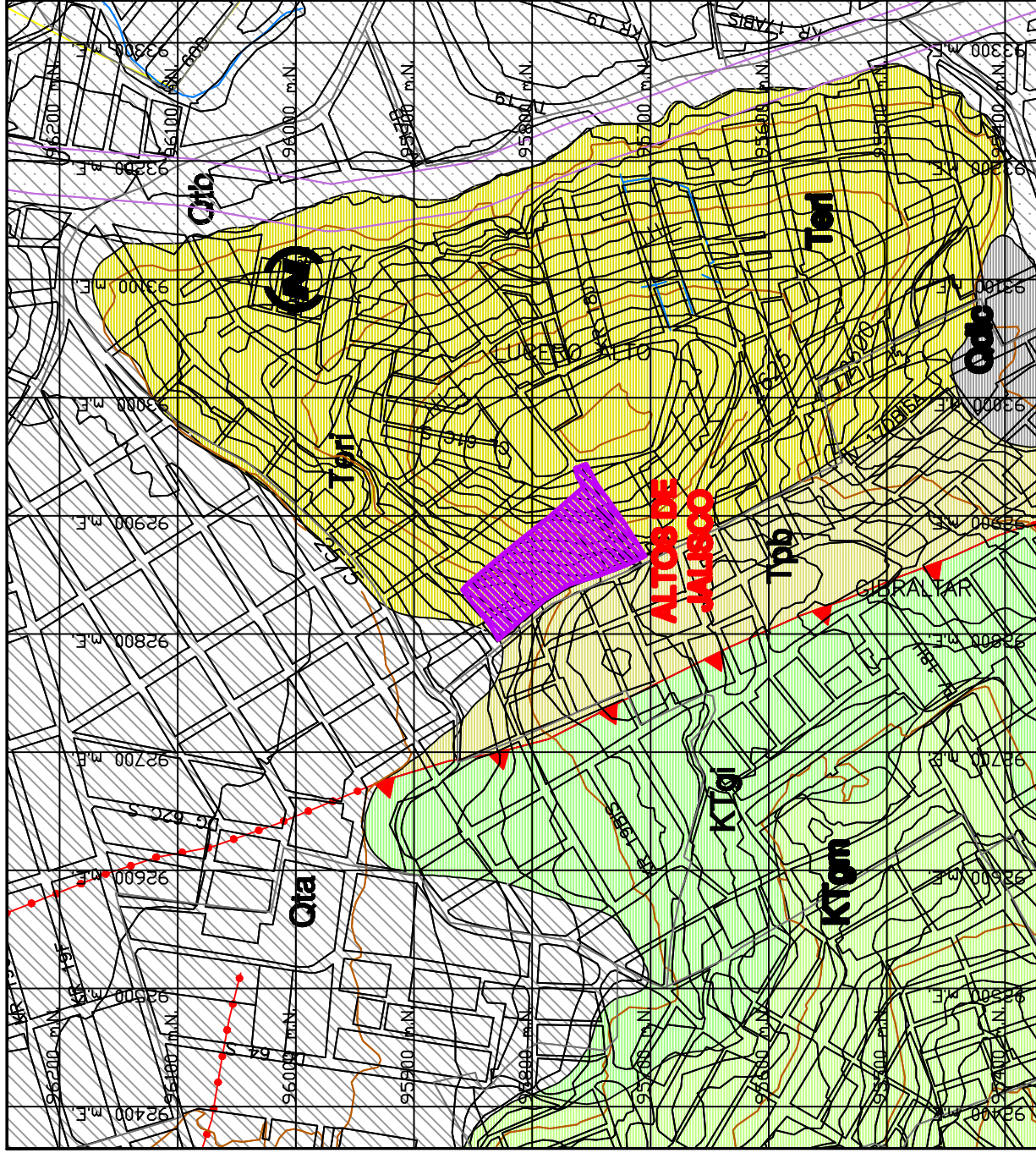
La Formación Regadera está constituida por una secuencia de areniscas cuarzo feldespáticas, gris claras, de grano fino a grueso, ocasionalmente con lentes de conglomerado, con intercalaciones delgadas de niveles de arcillolitas y limolitas, de colores gris claro, oscuro y rojizo violáceo.

4.2.2. Geología estructural

Desde el punto de vista estructural, el área de estudio es resultado de los procesos tectónicos propios de la evolución geológica de la Cordillera Oriental, en la región de la sabana de Bogotá, los cuales presentan los siguientes aspectos:

El sitio 1 del Barrio Altos de Jalisco se ubica dentro del flanco occidental del Sinclinal de Usme - Tunjuelito y dentro del bloque oriental de la falla de Mochuelo, que corresponde a una falla inversa, con un rumbo NNW.

³ Es importante resaltar que, la nomenclatura de las unidades geológicas cambió a partir del estudio realizado por Ingeominas (2005), denominándose ahora la Formación Regadera del Conjunto Inferior como **E2ri**, siendo esta última nomenclatura la que se utilizará en el texto y planos del presente trabajo.



CONVENCIONES GENERALES

Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS

LEYENDA GEOLOGICA

	Qdlic	Depósitos de Pendiente (Coluvion)
	Qtb	Formación Sabana, Terraza Baja
	Qta	Formación Sabana, Terraza Alta
	Teri	Formación La Regadera, Conjunto Inferior
	Tpb	Formación Bogotá
	KTgm	Formación Guaduas, Conjunto Medio
	KTgi	Formación Guaduas, Conjunto Inferior
		Contacto Litológico definido
		Falla Definida
		Falla Cubierta
		Falla de Cabalgamiento

NOTA:
 Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
 DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.
 SITIO 1
 BARRIO ALTOS DE JALISCO
 LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

INTERVENTORIA:

CONTENIDO:
GEOLOGIA REGIONAL (INGEOCIM)

ARCHIVO ACAD: FIGURA IV.DWG
ESCALA: 1:5000
FECHA: DICIEMBRE DE 2007
FIGURA No: FIGURA IV
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

4.3. GEOLOGÍA LOCAL ⁴

4.3.1. Unidades superficiales

De acuerdo con las propuestas metodológicas consultadas y analizadas (INGEOMINAS, 2003 y 2005) y de acuerdo con los objetivos del proyecto, los materiales rocosos aflorantes en el área de estudio, para su cartografía y caracterización con propósitos ingenieriles, se han denominado como Unidades Geológicas Superficiales, para lo cual se clasificaron en unidades de suelos y unidades de rocas, las cuales se cartografiaron en el Plano **GE183-PL-AJ1-02**, presentando los perfiles típicos en el Plano **GE183-PL-AJ1-04**

Unidades de suelos de acuerdo con su origen, se clasifican en residuales, coluviales recientes y de origen antropogénico; las rocas se clasificaron en rocas blandas.

Para la caracterización y clasificación de los materiales geológicos (suelos y rocas), se utilizaron los parámetros geológicos-ingenieriles de utilidad para su aplicación en la ingeniería geotécnica. Entre los parámetros básicos considerados se tuvieron en cuenta: tipo de material y origen (roca o suelo), composición litológica (textura y composición mineralógica), dureza o resistencia, condiciones estructurales primarias (estratificación), condición de fracturamiento y grado de meteorización.

⁴ *Enfocadas a propósitos ingenieriles*

4.3.1.1. Unidades de suelos

Los materiales clasificados como suelos se dividen según su origen en: residuales, coluviales recientes y de origen antropogénico. A continuación se presenta la descripción de cada una de estas unidades.

4.3.1.1.1. *Los suelos residuales (Srs)*

Son los materiales resultantes de la meteorización y alteración de los componentes de las rocas in situ. Estos materiales dentro del sitio de estudio, son de color gris oscuro, de textura areno-limosa, de consistencia blanda a muy blanda. De acuerdo con las observaciones en los afloramientos rocosos, sus espesores oscilan entre 0.5 y 1.5m. La roca parental corresponde a las areniscas de la Formación La Regadera, Conjunto Inferior (E2ri). Se presentan especialmente en la parte media-alta del sitio de estudio y en sectores de morfología ondulada.

4.3.1.1.2. *Los depósitos de Coluvión Recientes (Sco)*

Son los materiales resultantes de la ocurrencia de los deslizamientos recientes y acumulados en la parte inferior del escarpe rocoso ubicado en sector nororiental de la zona de estudio. Son materiales clasto-soportados, con bloques y fragmentos rocosos de composición arenácea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo-anaranjado; de consistencia blanda a muy blanda. Su espesor oscila entre 0.5 y 3.0m, aproximadamente.

4.3.1.1.3. *Los depósitos de Origen Antropogénico (Sa1)*

Corresponden a materiales de relleno, de escombros y de desechos de construcciones y de las actividades mineras especialmente de la explotación de materiales para construcción, de composición heterogénea y que cubren sectores puntuales del área de estudio (ver Foto 13, Foto 14).



Foto 13. En la parte superior suelo residual gris oscuro, que subyace roca altamente meteorizada y caída de detritos.



Foto 14. Macizo rocoso de composición arenácea, afectado por dos sistemas de diaclasas, las cuales propiciaron la caída de rocas.

Adicionalmente, en los alrededores del sitio de estudio, **el área se encuentra ampliamente urbanizada donde se presenta materiales de relleno ingenieril (Sa2)**, correspondientes a las capas de base y sub.-base para el desarrollo de las vías y de las construcciones. Estos materiales son en general seleccionados y compactados, constituidos por arenas, limos, y gravas. Presentan espesores variables: entre 0.5 y 1.5.0m aproximadamente.

4.3.1.2. Unidades de rocas

Rocas Blandas (Rb). De acuerdo con sus condiciones físicas y mecánicas, los materiales rocosos aflorantes en el sector de estudio y alrededores se clasificaron en rocas blandas, las cuales pertenecen a la Formación La Regadera, Conjunto Superior, (E2ri). Están constituidas por una secuencia interestratificada de areniscas, de color amarillo y gris anaranjado, de grano medio a muy grueso, con intercalaciones lenticulares de conglomerados finos, en estratos muy gruesos (2-3m de espesor), con intercalaciones menores de capas delgadas de areniscas, y niveles de arcillolitas gris rojiza y gris oscuro, con espesores entre 3-4m (Perforaciones S-1 y S-3). Las rocas se presentan en general muy friables, en sectores deleznable, de

resistencia blanda, poco fracturadas y moderadamente a altamente meteorizadas, con desarrollo de suelos residuales con espesores entre 1.0- 1.5 m aproximadamente.

Las rocas anteriores dentro del sitio de estudio, se encuentran cubiertas en algunos sectores por depósitos de origen antropogénico (ver **PLANO GE183-PL-AJ1-02** Geología Local)

4.3.2. Condiciones estructurales

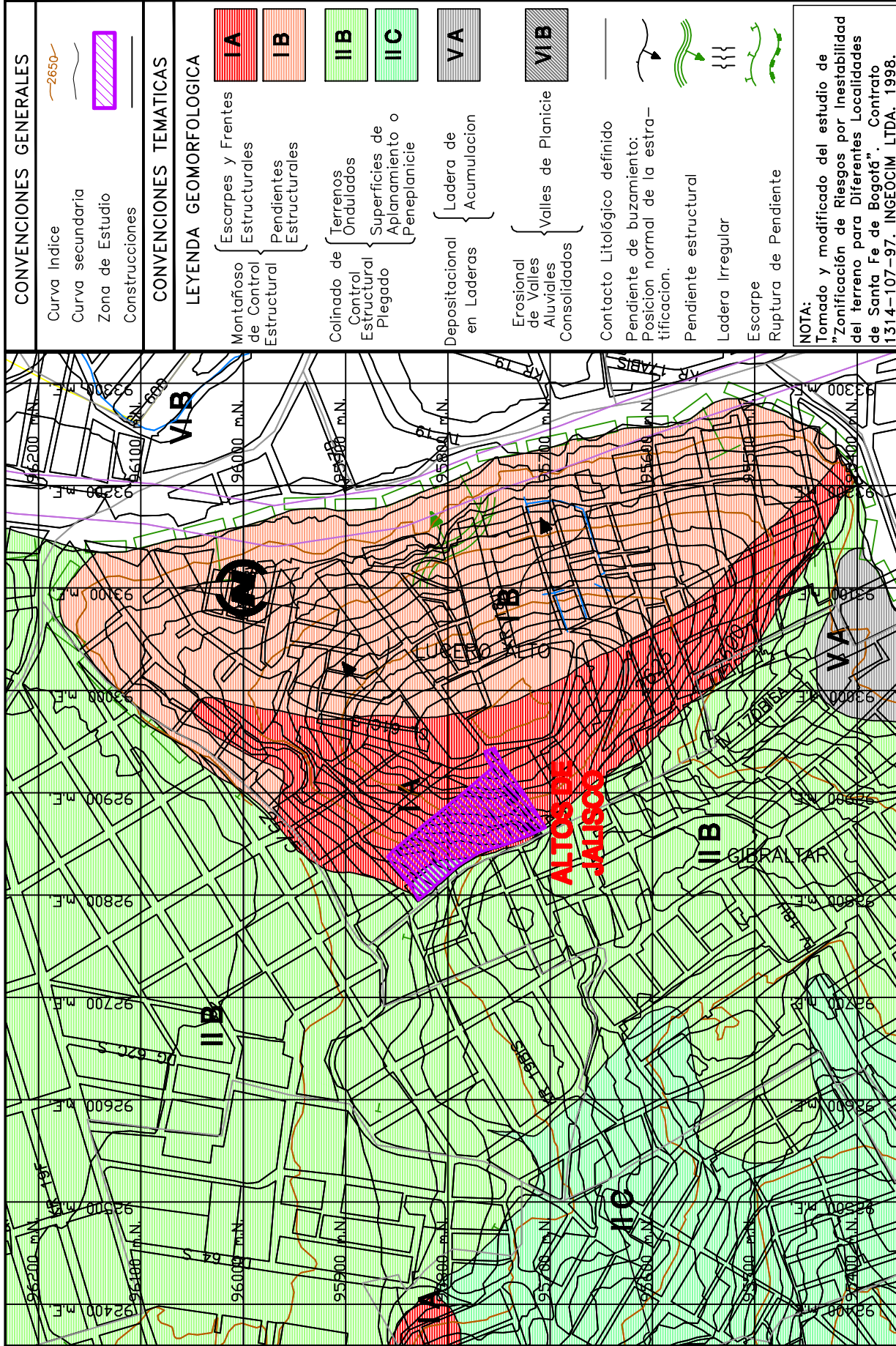
Desde del punto de vista estructural, el sitio de estudio se ubica dentro del flanco occidental del Sinclinal de Usme - Tunjuelito y el área se encuentra influenciada por elementos de fallamiento y rasgos estructurales menores que conforman las discontinuidades, correspondientes a la estratificación y las diaclasas.

- ✓ Fallas Entre los elementos de fallamiento se tienen, la falla de Mochuelo, la cual atraviesa el área por la parte occidental del sitio de estudio, y que corresponde a una falla inversa, con un rumbo N-NW.
- ✓ Estratificación Los estratos rocosos dentro del área presentan como aptitudes estructurales: un rumbo promedio de, N35°W, y un buzamiento promedio de 35° al NE; cuya dirección es en sentido contrario a la pendiente topográfica de los terrenos, es decir conformando una ladera en contrapendiente (ver **PLANO GE183-PL-AJ1-03**)
- ✓ Diaclasas: El macizo rocoso se encuentra en general poco fracturado. A nivel puntual y en algunos sitios muy esporádicos, como el ubicado en el sector occidental (sitio de la ocurrencia del deslizamiento reciente), se encuentra influenciado por 2 familias de diaclasas de baja continuidad (< a 2.0 m). El conjunto de diaclasas (D) incluyendo la estratificación (E) conforman las discontinuidades del macizo

rocoso, cuyas aptitudes de rumbo y buzamiento (r/b) son: **D1: N 66° E / 64° , al SE, D2: N 80° W/ 74° , al SW, E: N35° W / 20° , NE**. Los sistemas de diaclasas presentan como características: baja continuidad (< a 2m), espaciadas entre 10-50cms, cerradas y algunas abiertas hasta 1cm, con relleno areno-arcilloso, lisas y rugosas, y con una frecuencia de 14 diaclasas en un área de 9 m².

4.4. GEOMORFOLOGÍA

Regionalmente, el área de estudio está localizada en el flanco oriental del sinclinal de Usme-Tunjuelito, en el piedemonte de los Cerros del Sur, de la denominada Sabana de Bogotá. (Ver Figura V).



CONVENCIONES GENERALES

Curva Índice

Curva secundaria

Zona de Estudio

Construcciones

CONVENCIONES TEMATICAS

LEYENDA GEOMORFOLOGICA

IA Escarpes y Frentes Estructurales

IB Pendientes Estructurales

IIB Terrenos Ondulados

IIC Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie

VA Ladera de Acumulación

VIB Valles de Planicie

Contacto Litológico definido

Pendiente de buzamiento: Posición normal de la estratificación.

Pendiente estructural

Ladera Irregular

Escarpe

Ruptura de Pendiente

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

INTERVENTORIA:

ELABORÓ:

CONTENIDO: **GEOMORFOLOGIA (INGEOCIM)**

ARCHIVO ACAD: FIGURA V.D/MG

ESCALA: 1:5000

FECHA: DICIEMBRE DE 2007

FIGURA No: FIGURA V

DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

4.4.1. Morfología

Esta temática correspondiente al estudio de la evolución y origen de la forma de los terrenos y consecuentes con la evolución de la Cordillera Oriental, nos indica que en el sitio de estudio se presentan Subunidades y Elementos de origen estructural-denudativo, denudativo - acumulativo y antropogénico (ver **PLANO GE183-PL-AJ1-04** Geomorfología).

Dentro de las Subunidades de origen estructural- denudativo, se presentan los elementos correspondientes a laderas en contrapendiente; dentro de las subunidades de origen

Denudativo-acumulativo se presentan los depósitos de coluvión recientes, y dentro de los antropogénicos se tienen: las canteras antiguas, las laderas explanadas y los llenos de escombros.

Dentro de las Subunidades y Elementos de Origen Antropogénico (ver Plano **GE183-PL-AJ1-04**), se tienen:

- ✓ **Las Laderas en Contrapendiente (E1)**, son geoformas en las que los estratos rocosos buzan en sentido contrario a la pendiente topográfica de los terrenos, constituidos por rocas de composición arenácea.
- ✓ **Dentro de las subunidades de origen Denudativo-Acumulativo (D1)**, se tienen **los depósitos de coluvión recientes**, que corresponden a geoformas producto de la acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca), producto de los deslizamientos recientes.

Dentro de las Subunidades y Elementos de Origen Antropogénico, se tienen:

- ✓ **Las caneras (A1)**, corresponden a geoformas resultantes de las actividades de explotaciones mineras antiguas para la producción de fuentes de materiales.
- ✓ **Las laderas explanadas (A2)**, que corresponden a terrenos adecuados para el desarrollo de las construcciones de viviendas y las vías de comunicación.
- ✓ **Los llenos de escombros (A3)**, corresponden a geoformas resultantes del depósito de materiales producto de las actividades del desarrollo minero (fuentes de materiales) y urbanístico

4.4.2. Morfodinámica y procesos de inestabilidad

4.4.2.1. Análisis multitemporal de fotografías aéreas.

Con el fin de obtener la información necesaria sobre la evolución de las condiciones geológicas y geomorfológicas de los terrenos donde se encuentra ubicado el sitio de estudio y alrededores, y el desarrollo de los posibles procesos de remoción en masa que lo hayan afectado, se realizó un análisis mediante la fotointerpretación de fotografías aéreas tomadas por **I.G.A.C.**, en diferentes épocas y en diferentes escalas, complementados con observaciones actuales de campo, para un periodo total de análisis de 20 años y cuya relación se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Relación de fotografías aéreas

Vuelo	Escala	Año	Sobre	Fotos
C-2333	1:24.580	1988	S-34559	018-019
C-2717	1:20.000	2004	S-39297	115-116

A los diferentes vuelos de fotografías aéreas seleccionadas, se les realizó un análisis detallado de fotointerpretación, con el fin de obtener información que nos

ilustre la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad, que puedan afectar dichos terrenos.

Del análisis de las fotografías áreas correspondientes, se observa que la zona de estudio y sus alrededores presentan en general los siguientes aspectos:

Las características y condiciones geológicas y geomorfológicas, locales y de sus alrededores, en general son similares para la época analizada y se corresponden con las descripciones dadas en los apartes pertenecientes a los numerales 7.3.2 a 7.3.4.2 de este documento y mostradas en el **PLANO GE183-PL-AJ1-02** Geología Local y **PLANO GE183-PL-AJ1-04** Geomorfología.

- ✓ La escasa vegetación, características y distribución (consistentes principalmente en pastos), se mantienen en la mayor parte del área desde antes del año de 1988, cuya densidad fue disminuida gradualmente según los avances del desarrollo urbanístico presentado desde antes de este año.
- ✓ Los terrenos donde se ubica el sitio de estudio y alrededores, corresponden a una antigua cantera para la explotación de fuentes de materiales, especialmente para la producción de arenas, cuyas actividades se iniciaron desde muchos años antes de la época analizada.
- ✓ El desarrollo urbanístico (construcciones de viviendas y vías) para los alrededores del área de estudio, es un proceso muy acelerado desde antes del año de 1988, pero continúa con un avance muy lento hasta los años recientes, especialmente las viviendas ubicadas en la zona de cantera antigua.
- ✓ Durante la época analizada, no se observaron fenómenos denudativos de ninguna clase (ni erosivos ni de remoción en masa),

que pudieran afectar el sitio de estudio ni sus alrededores, a excepción del deslizamiento presentado recientemente y especialmente en la parte occidental del mismo.

- ✓ Como causas posibles sobre la ocurrencia de los fenómenos de inestabilidad presentados, se tiene la sobresaturación de los materiales rocosos (areniscas muy friables y permeables), originados por la presencia de aguas de escorrentía superficial y subterránea, provenientes de las aguas lluvias y de los desperdicios por fugas de las tuberías y otros usos.

4.4.2.2. Procesos de inestabilidad

Esta temática que comprende el estudio del origen y evolución de los procesos denudativos tanto antiguos como recientes, nos indica que los procesos morfodinámicos que han afectado el sitio de estudio, corresponden a los originados por fenómenos de remoción en masa recientes, de las clases caída de rocas y detritos, los cuales se ubican en la parte nor-oriental del sitio de estudio (Ver Foto 13 Foto 14). (Ver **Figura VI**. Procesos (Ingeocim – Upes, 1998)Igualmente se presentan fenómenos de inestabilidad de menor magnitud correspondientes principalmente a agrietamientos y pequeños deslizamientos que ocurren en la parte media del área de estudio, sobre ladera explanada producto de actividades de explotación cantera antigua, (Ver Foto 15, Foto 16)



Foto 15. Obsérvese procesos de inestabilidad y erosión de moderada magnitud; en la parte inferior del talud.



Foto 16. Obsérvese depósitos antrópicos de escombros.

De acuerdo a la información recolectada en los reconocimientos de campo y a las características que presentan las rocas y los deslizamientos ocurridos en el sitio, se puede asumir como causa principal de los movimientos, la saturación del suelo residual y del macizo rocoso, originada por la acción de las aguas infiltradas provenientes de la escorrentía superficial y subterránea.

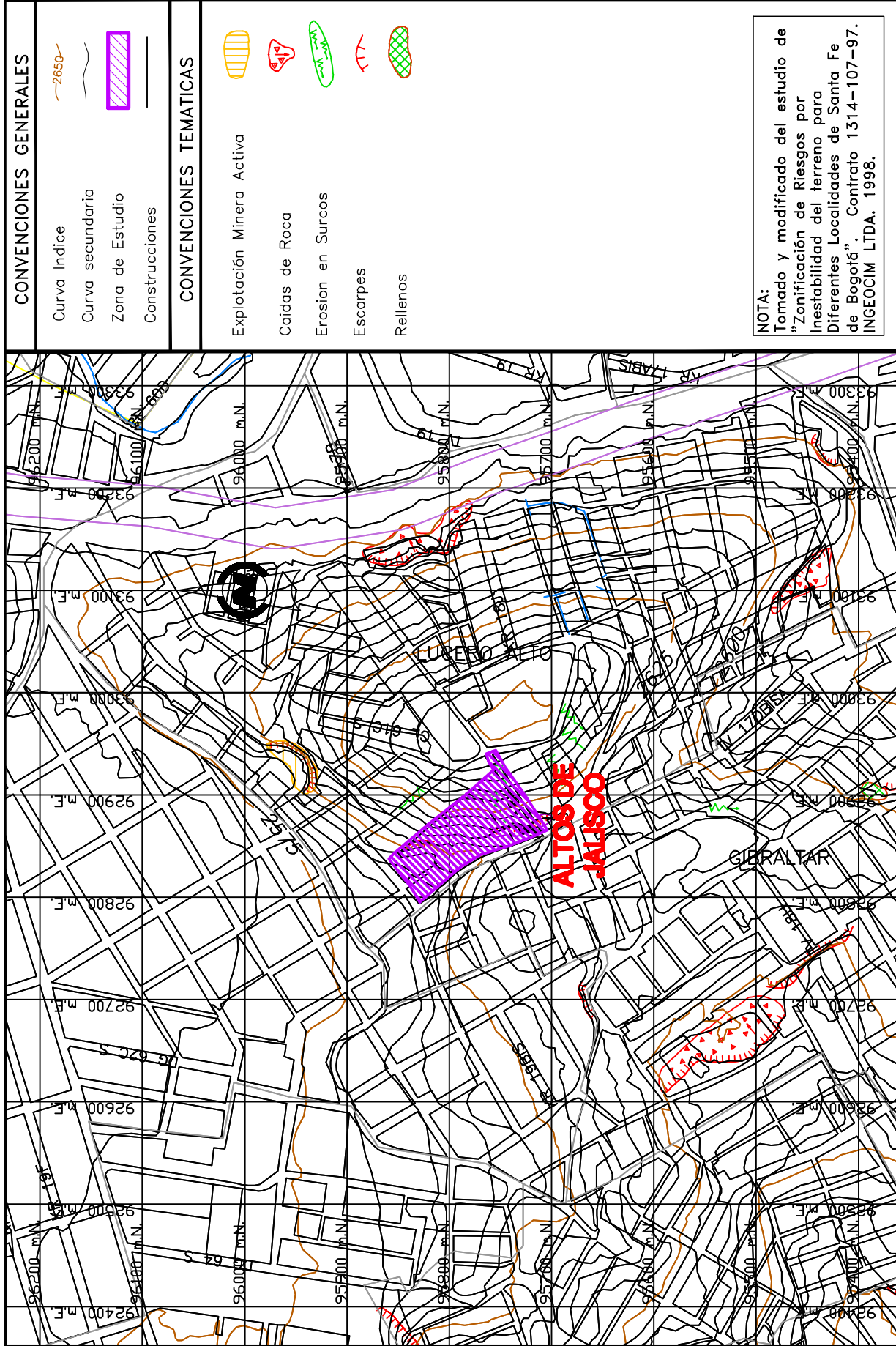
El movimiento de remoción en masa mayor mostrado en la Foto 4 y Foto 7, afectó a viviendas ubicadas en la parte inferior del talud (Ver Foto 17 y Foto 18).



Foto 17. Vivienda ubicada en la parte inferior del deslizamiento.



Foto 18. Vivienda ubicada en la parte inferior del deslizamiento.



CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
Explotación Minera Activa	
Caidas de Roca	
Erosion en Surcos	
Escarpes	
Rellenos	

NOTA:
 Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	INTERVENTORA: DINAMICA INGENIERIA LTDA	ELABORÓ: GE	CONTENIDO: CING LTDA	ARCHIVO ACAD: FIGURA V.DWG
				ESCALA: 1:5000

4.5. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

El macizo rocoso del sitio de estudio se encuentra constituido por rocas de composición predominantemente arenácea, de grano medio a grueso con muy esporádicos niveles y o lentes muy delgados de conglomerados de grano fino, con intercalaciones de niveles de arcillolitas y limolitas.

Las rocas de composición arenácea por su textura gruesa, pueden conformar acuíferos, capaces de almacenar y transmitir agua; tienen una capacidad de drenaje alta; por la intercalación de niveles de rocas de textura fina (arcillolitas y limolitas), pueden conformar acuíferos semiconfinados, los cuales los niveles superiores (areniscas), permiten la acumulación y el paso del agua, originada por recarga proveniente de la escorrentía superficial de aguas lluvias y de las aguas originadas por desperdicios bien sea de la fuga de las tuberías y las aguas botadas de las viviendas.

De acuerdo con las observaciones de los reconocimientos de campo, en algunos sitios puntuales se observó presencia de aguas (Ver Foto 19).

De los registros de las investigaciones del subsuelo consistentes en 3 perforaciones, con profundidades entre 8-10m y distribuidas dentro del área del sitio de investigación, nos proporciona información sobre presencia de agua a través de los niveles freáticos, los cuales aparecieron a profundidades entre 4.0-4.5m (perforaciones 1, 2,3).

De acuerdo con las observaciones anteriores, la presencia de agua superficial y subterránea, causan sobresaturación de los materiales tanto de macizo rocoso como suelos, propiciando y originando por consiguiente movimientos de remoción en masa como los presentados en algunos puntos del sitio de estudio.



Foto 19. Afloramientos de areniscas, la cual a través del macizo rocoso se presenta infiltración de agua

5. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

5.1. OBJETIVOS

El estudio hidrológico e hidráulico tiene como principales objetivos los siguientes:

- ✓ Caracterizar el área de drenaje de la cuenca aportante al sitio del proyecto.
- ✓ Determinación y evaluación del régimen de precipitaciones de la zona, de forma tal que se obtenga el patrón temporal y espacial de lluvias de acuerdo con los registros de precipitaciones diarias y totales anuales.
- ✓ Obtención de los aguaceros de diseño, base para el cálculo de caudales máximos esperados para diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años).
- ✓ Dimensionamiento de las obras de drenaje superficial.

5.2. METODOLOGÍA

El análisis hidrológico e hidráulico se fundamenta en la recopilación y estudio de la información obtenida por medio de las siguientes fuentes consultadas:

- ✓ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, con el objeto de obtener la información hidrológica referente a precipitaciones diarias y totales anuales para las estaciones aledañas a la zona en estudio, de forma que pudiese desarrollarse un análisis hidrológico, base para el cálculo de caudales y análisis de estabilidad.
- ✓ Demarcación de la cuenca de drenaje en los planos existentes del IGAC (escala 1:2000) del año 1981.

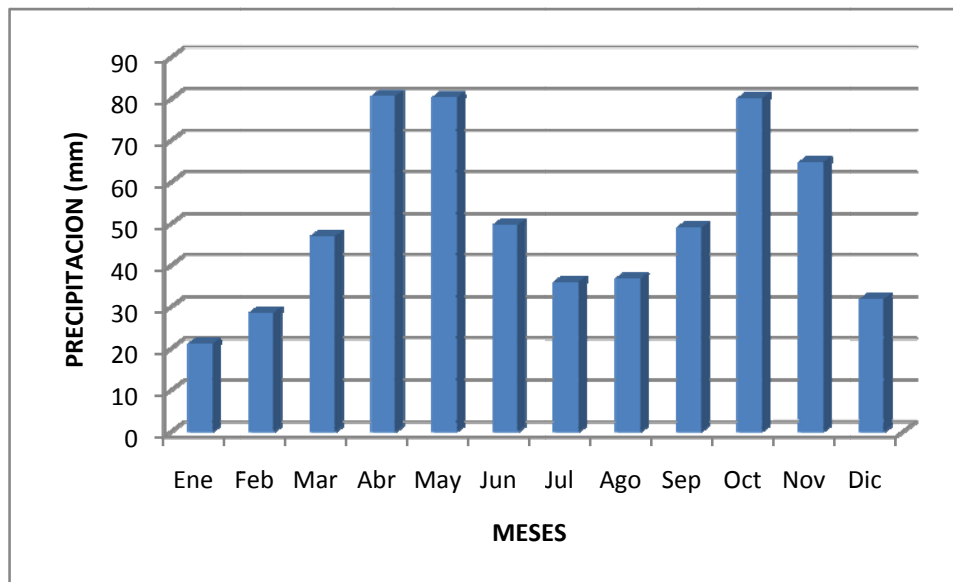
5.3. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL

Generalmente, los fenómenos de remoción en masa están directamente asociados con los períodos lluviosos, pues la precipitación es uno de sus principales agentes detonantes por el incremento de los caudales de escorrentía superficial, lo que hace necesario conocer el régimen pluviométrico temporal y espacial; es decir, identificar los meses más lluviosos y los sectores donde se concentran los valores más altos de la precipitación en la zona de estudio. A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos para dichos análisis.

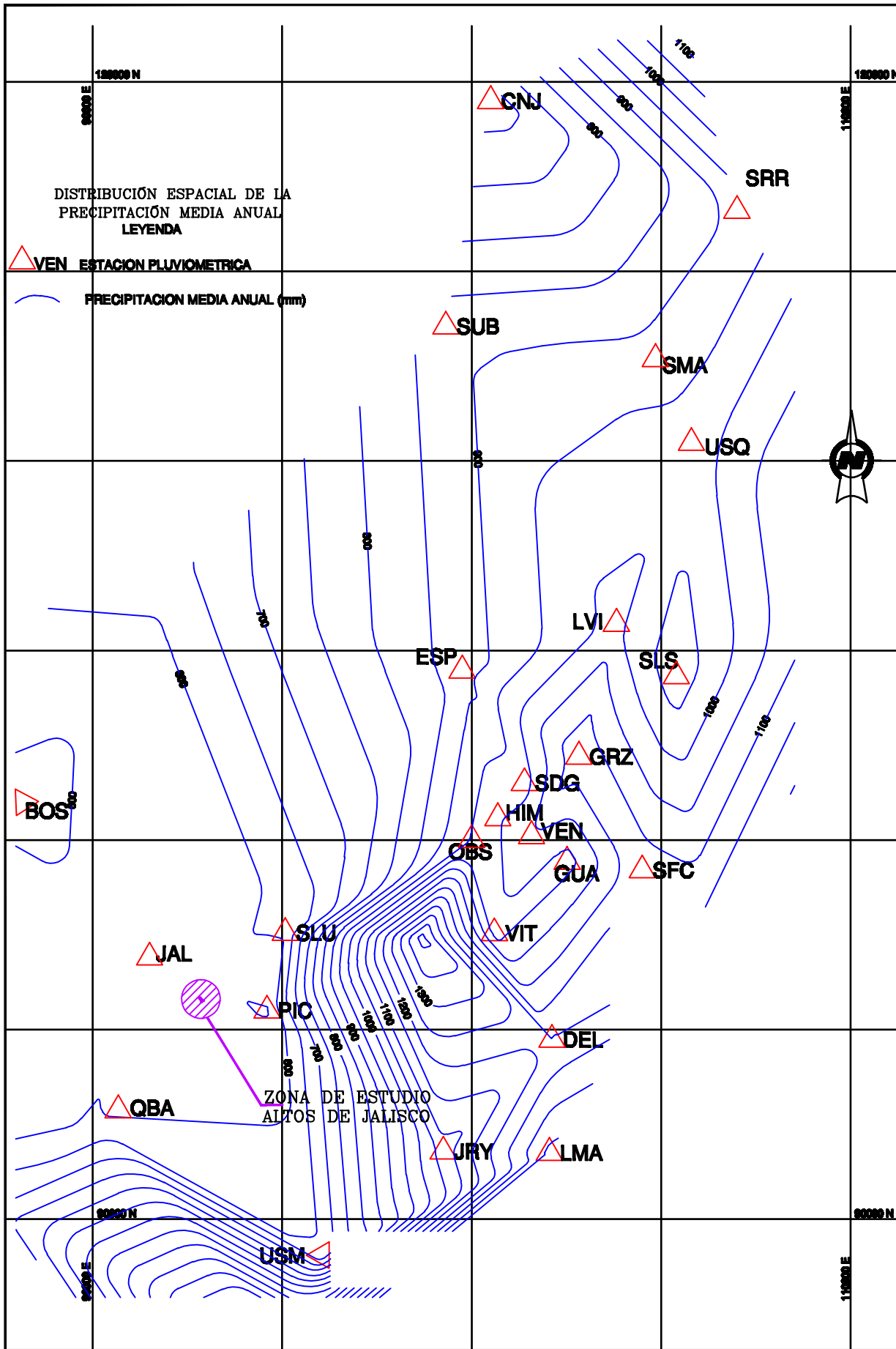
5.3.1. Precipitación totales mensuales

Para establecer el régimen pluviométrico en el sector de estudio, se utilizó los registros históricos de precipitaciones totales mensuales de la Estación Casablanca (P-31), operada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, Latitud 4°35', Longitud 74°10' y Elevación 2665 m.s.n.m. que está muy cercana a la zona de estudio y está ubicada en la cuenca del río Bogotá.

La distribución temporal de la precipitación en la estación seleccionada tiene una tendencia de forma bimodal o ecuatorial, con dos períodos lluviosos entre los meses de marzo a junio y Septiembre a noviembre, y un período seco entre los meses de julio a agosto y diciembre a enero, como se observa en la Gráfica 1. La precipitación media multianual en la Estación Casablanca es de 606.7 mm (que coincide con la interpolación de las estaciones de la ciudad realizada por Ingeocim – Upes en 1998, y presentada en la Figura VII) y el mes con mayor precipitación es abril con un promedio mensual multianual de 80.7 mm.





Gráfica 1. Lluvias medias mensuales (1976 - 2007) en la estación Casablanca



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL
LEYENDA

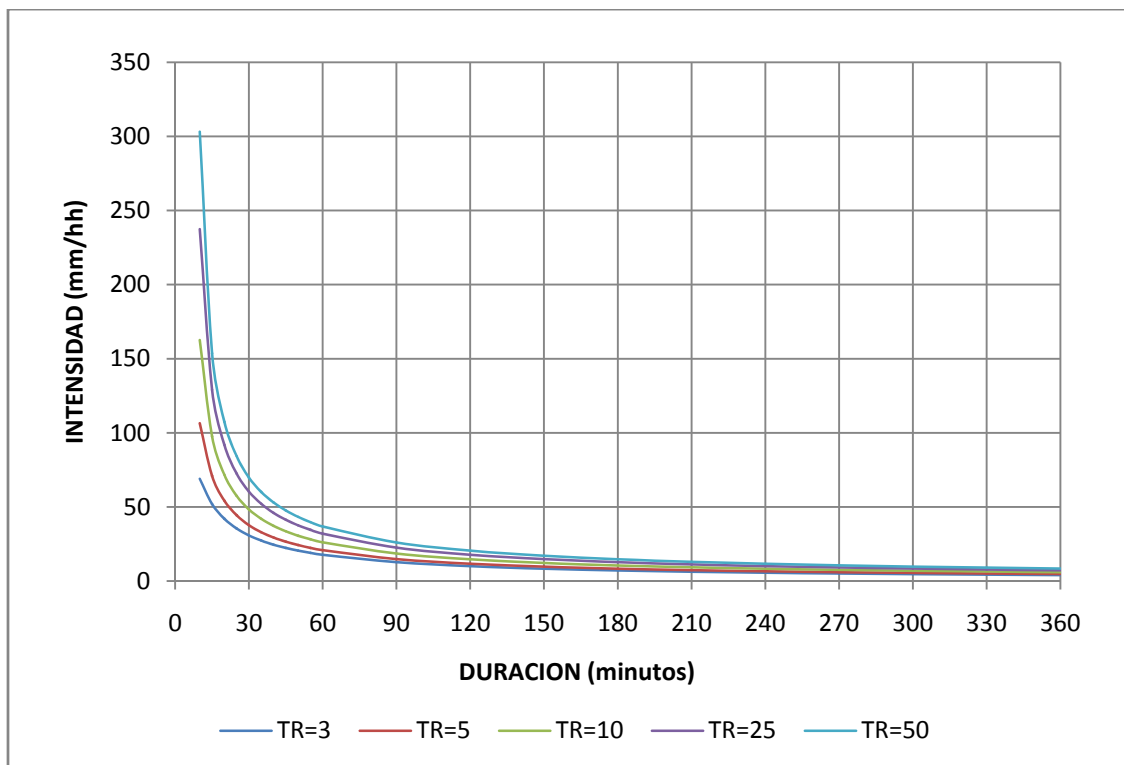
△ VEN ESTACION PLUVIOMETRICA
— PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)

ZONA DE ESTUDIO
ALTOS DE JALISCO

ARCHIVO ACAD:	FIGURA VILDWG	FECHA	ENERO DE 2008
	ESCALA:	SIN	FIGURA No:
CONTENIDO:	CURVAS DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL EN BOGOTÁ (INGEOCIM - UPES)		
ELABORO:	 GE CING <small>L.TDA</small>	INTERVENTORA:	 DINAMICA INGENIERIA LTDA
PROYECTO:	DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR		
DIBUJO:	FIGURA VII	DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA	

5.3.2. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Para el análisis de los aguaceros de corta duración, que son los que generan los caudales máximos, se utilizó el informe "Estudio para el Análisis y Caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá", realizado por la firma consultora IRH para la E.A.A.B. - E.S.P (1998), y actualizado por Ingetec (2002). En este estudio se dividió a la ciudad de Bogotá en 7 zonas pluviográficas y, para cada zona se definió una curva IDF característica. El sector de análisis está ubicado en la Zona 4, cuya estación representativa de la ley de frecuencias es Tanque Jalisco (P-45); operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB; la curva IDF característica para esta zona se presentan en la Gráfica 2. .



Gráfica 2. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para la zona de estudio

5.3.3. Lluvia crítica

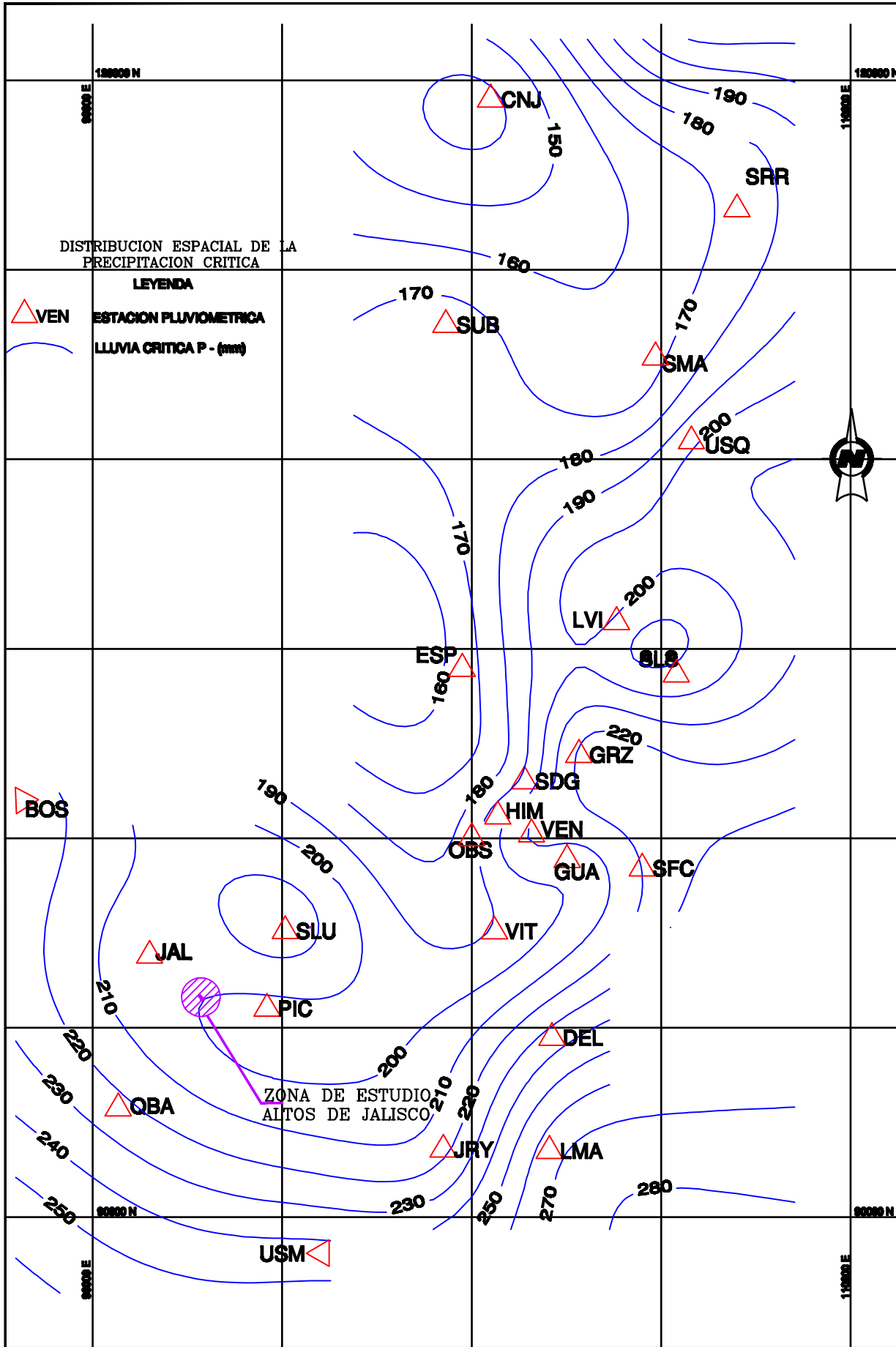
Para determinar la relación precipitación crítica - duración, se utilizó el "Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para



Varias Localidades de Santafé de Bogotá" (INGEOCIM - UPES, 1998). En este estudio se encontró que la ciudad de Bogotá se puede dividir a partir de la lluvia crítica y de la duración en dos zonas, con las siguientes ecuaciones:

Tabla 10. Relación entre la lluvia crítica y la lluvia anual para la ciudad de Bogotá (INGEOCIM – UPES, 1998).

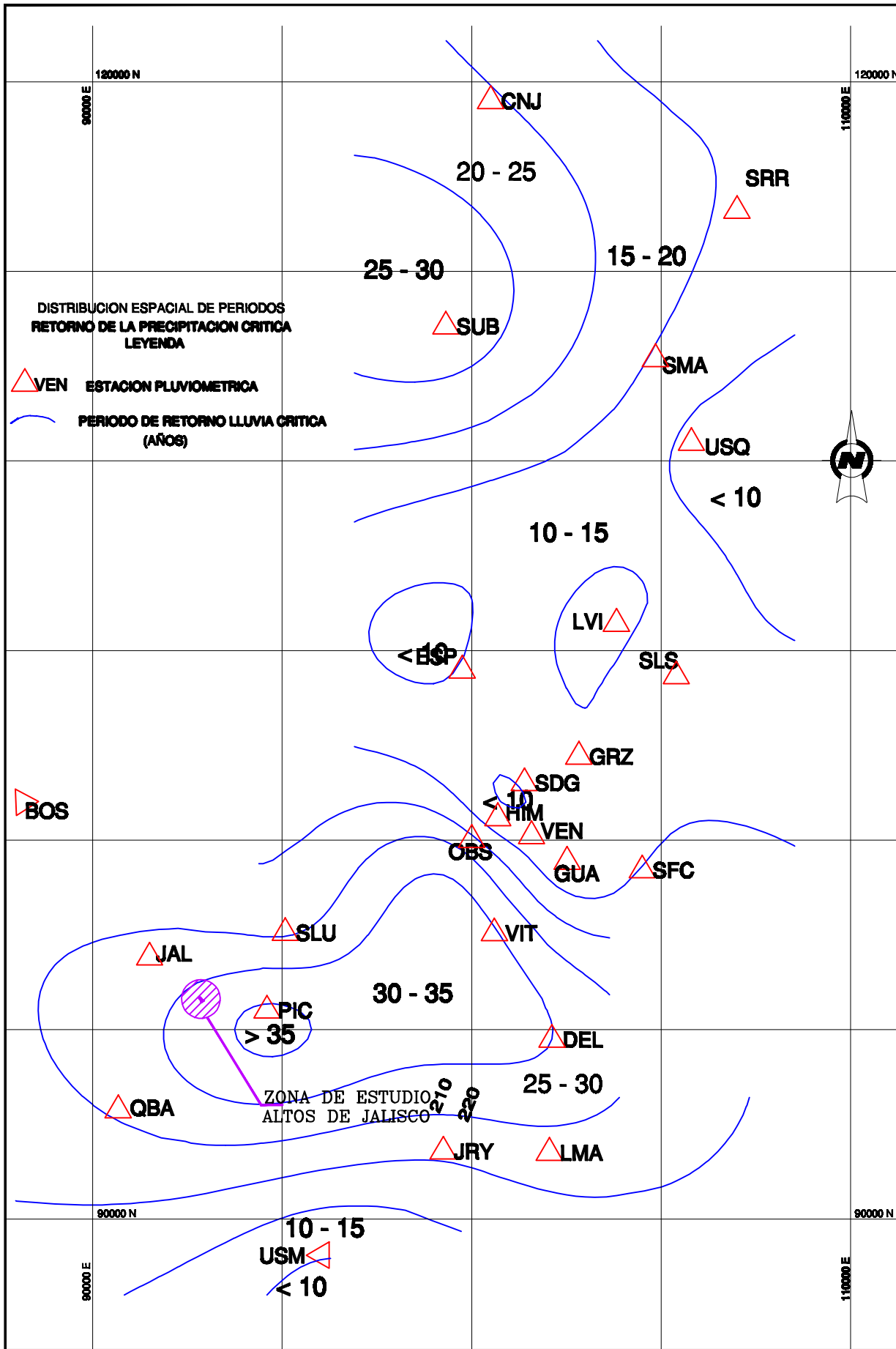
Zona	Lluvia crítica (mm)	Duración (días)
Suroccidental	$0.3609 \times \text{Lluvia Anual (mm)}$	$3.2829 * LLcrit^{0.4157}$
Cerros orientales	$12.6325 + 0.1814 \times \text{Lluvia anual (mm)}$	$0.04923 * LLcrit$

El barrio Altos de Jalisco se encuentra ubicado dentro de la zona suroriental; a partir de los valores de lluvia anual de la estación Casablanca se obtuvo una precipitación crítica de 233 mm (que coincide con lo reportado en el estudio de Ingeocim-Upes, 1998, tal como se puede apreciar en la Figura VIII), y un período de retorno del orden de 32 años (ver Figura IX).







ARCHIVO ACAD: FIGURA VIII.DWG ESCALA: SIN FECHA: DICIEMBRE DE 2007 FIGURA No: FIGURA VIII	CURVAS DE PRECIPITACION CRITICA (INGEOCIM - UPES)	GE  CING <small>S.70A</small>	INTERVENTORIA:  DINAMICA INGENIERIA LTDA	PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
 SITIO 1
 BARRIO ALTOS DE JALISCO
 LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR



**DISTRIBUCION ESPACIAL DE PERIODOS
RETORNO DE LA PRECIPITACION CRITICA
LEYENDA**





-  **VEN** ESTACION PLUVIOMETRICA
-  **PERIODO DE RETORNO LLUVIA CRITICA (AÑOS)**



ARCHIVO ACAD: FIGURA IX.DWG	FECHA INDICADAS: DICIEMBRE DE 2007	DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA
	ESCALA: FIGURA No: FIGURA IX	
CONTENIDO: CURVAS DE PERIODOS DE RETORNO DE LA PRECIPITACION CRITICA (INGEOCIM - UPES)		
ELABORO:  CING LTDA	INTERVENTORA:  DINAMICA INGENIERIA LTDA	
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR		

5.4. EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL

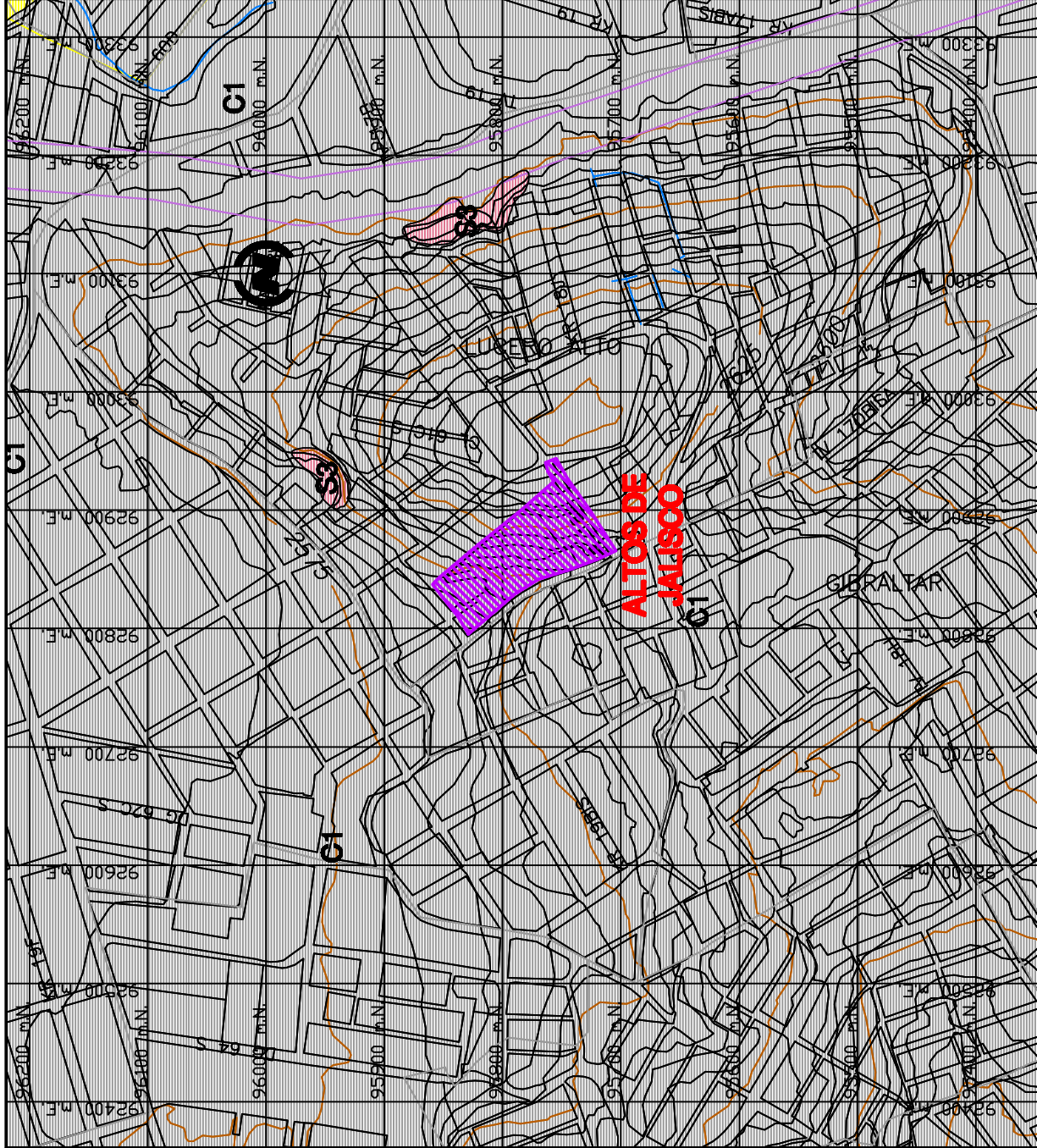
5.4.1. Coeficiente de escorrentía




El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad promedio de precipitación en una tormenta y es función del tipo de suelo, de la impermeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de otros factores que determinan la fracción de lluvias que se convierten en escorrentía; este valor es difícil de determinar directamente, pero se puede inferir satisfactoriamente considerando: el relieve, la permeabilidad, la vegetación y la capacidad de almacenaje en la zona de estudio. Teniendo en cuenta las características morfométricas y de cobertura del suelo (zona de uso urbano, como se aprecia en la Figura X, con calles pavimentadas y alcantarillado oficial) de la cuenca en estudio se asumirá un coeficiente de escorrentía de 0,50.

CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
Uso Urbano	
Zonas de Explotación Minera sin Cobertura	

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.



PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	INTERVENTORA:  GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	ELABORÓ:   CING LTDA	CONTENIDO: SUELOS (INGEOCIM)	ARCHIVO ACAD: FIGURA X.DWG
				ESCALA: 1:5000

5.4.2. Determinación del tiempo de concentración de la lluvia

Para el cálculo del caudal de escorrentía por las laderas, es necesario determinar el tiempo de concentración y con las curvas IDF poder hallar la intensidad (Ic), asumiendo que el caudal pico se debe a una precipitación mantenida durante un tiempo igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración se calculara empleando la formula de Kirpich:

$$T_c = \frac{0.06628 * L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde,

T_c = Tiempo de concentración (horas)

L = Longitud (Km.)

S = Pendiente del terreno (m/m)

En la se presentan los parámetros y resultados obtenidos de tiempo de concentración.

Tabla 11. Parámetros y cálculo del tiempo de concentración

PARÁMETRO	VALOR
Longitud, L (Km)	0,14
Pendiente, S (m/m)	0,4
Tiempo de concentración, Tc (min)	1,24

Las fórmulas empíricas para estimar el tiempo de concentración, tal como la de Kirpich, son válidas para rangos mayores a 10 – 15 min; si los valores obtenidos son menores al umbral mínimo (10 – 15 min), se recomienda utilizar como tiempo de concentración el valor del umbral.

Según la fórmula de Kirpich, se obtiene un tiempo de concentración de 1.91 min; sin embargo, dada la limitación del método, para efectos de cálculo de los caudales se adoptó para esta cuenca un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos.

5.4.3. Cálculos de intensidades máximas

Con base en la curva IDF presentada en la Gráfica 2, se puede estimar la intensidad de la lluvia con una duración del tiempo de concentración (tomado como 10 min), para diferentes períodos de retorno, resultados que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Valores de intensidad máxima – duración de 10 minutos

Tr (años)	I (mm/h)
3	69,04
5	106,50
10	162,66
25	237,40
50	303,14

5.4.4. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio

Para la estimación de los caudales máximos esperados en los diferentes sitios de la zona en estudio, se utilizó el Método Racional, aceptado para cuencas con superficies inferiores a 1.0 Km²; este modelo de estimación, obtiene el caudal máximo por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Donde Q es el caudal pico (l/s); I la intensidad máxima para la frecuencia de diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca vertiente (mm/h); A el área aferente (ha); C el coeficiente de escorrentía, con valor numérico

entre 0 y 1 que depende de las características fisiográficas del área de drenaje y la cobertura del suelo. En la Tabla 13 se presentan los valores obtenidos para el caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio.

Tabla 13. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio

PARÁMETROS	VALOR
Área de drenaje	1,17 ha
Intensidad	303 mm/h
Coefficiente de escorrentía	0.50
Caudal	492,6 l/s

5.4.5. Permeabilidad

Durante la exploración del subsuelo se estudio la permeabilidad de los suelos superficiales. Del ensayo de permeabilidad llevado a cabo, se encontró que el drenaje puede categorizarse como malo a regular (-2×10^{-5} cm/seg), por lo tanto la permeabilidad en términos generales puede establecerse como baja. Esto es debido a que en la actualidad el material superficial corresponde areniscas de granos muy finos con grados de absorción muy altos.

5.4.6. Obras de drenaje superficial

Las obras de drenaje superficial propuestas son cunetas o canales, que servirán para recoger las aguas procedentes de las partes altas de las laderas o los taludes de corte (denominado comúnmente zanja de coronación), con el fin de evitar la erosión superficial y la infiltración y/o saturación en los taludes. Para el cálculo de estas estructuras se utilizó la fórmula de Manning para flujo uniforme:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

Donde:

- **Q** es el caudal (m³/s)

- **R** es el radio hidráulico (m)
- **S** es la pendiente del canal (m/m)
- **A** es el área de la sección mojada del canal (m²)
- **n** es el coeficiente de rugosidad de Manning.

Los principales criterios de diseño de las cunetas y canales son los siguientes:

- ✓ Las frecuencias de las crecientes de diseño (T_r) es de 50 años (para estar en concordancia con los lineamientos de la Resolución 227 de 2006).
- ✓ Si las pendientes longitudinales de las estructuras son superiores al 2%, se recomienda revestirlas en piedra pegada, concreto y/o sacos de suelo-cemento, con el fin de evitar la profundización de los mismos.
- ✓ La velocidad mínima debe ser de 0.25 m/s y la velocidad máxima admisible de 6 m/s.

En el **ANEXO C** se presentan los cálculos de la sección de cuneta rectangular revestida en piedra pegada, para diferentes pendientes, calculando el caudal máximo

6. SISMOLOGÍA

Para el análisis de los efectos locales de amenaza sísmica en el EMS ⁵, las fuentes sismogénicas se dividieron en tres (3) tipos, así:

⁵ Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, INGEOMINAS (1997)

- ✓ Fuentes lejanas provenientes de la Zona de Subducción, con una distancia epicentral del orden de 400 Km; para su análisis se tomó como base el sismo presentado en México, 1985, de 8.0 en la escala Ms.
- ✓ Fuentes regionales o frontal de la Cordillera Oriental, con una distancia epicentral de 60 km, tomando como referencia el sismo de Tauramena, de 6,6 en la escala Ms.
- ✓ Fuentes cercanas, locales en el área de la ciudad, localizadas a una distancia epicentral del orden de 15 a 20 km, tomando como referencia el sismo de Loma Prieta, 1.989 de 7.0 en la escala Ms.

Con base en estos sismos se determinaron los espectros de respuesta de acelerogramas de diseño, que sirven como base, para el estudio de respuesta dinámica del suelo (ver Ilustración 2).

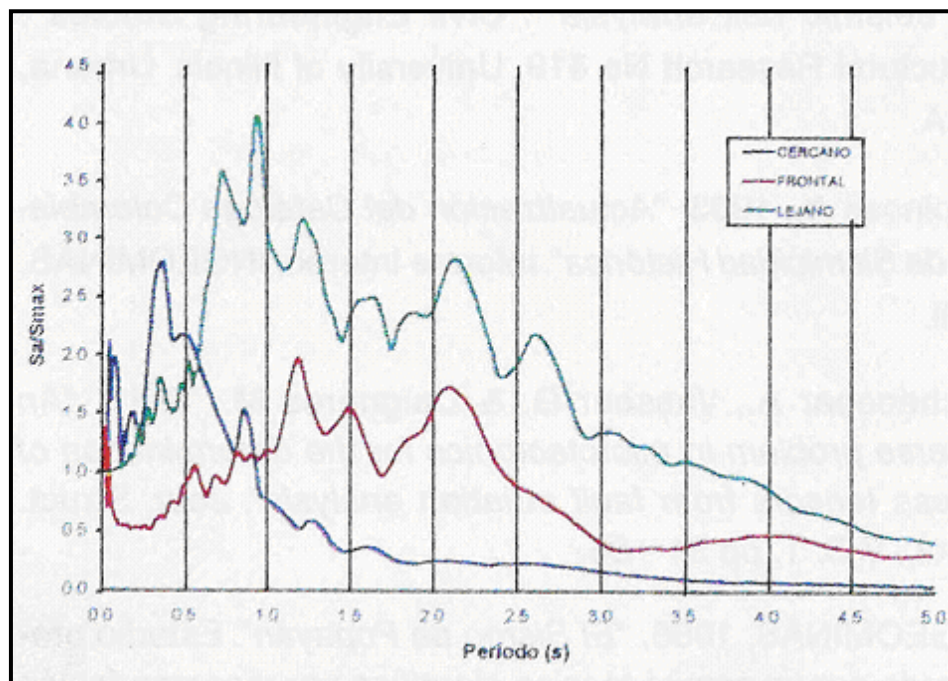


Ilustración 2. Espectros de respuesta sísmica para los tres sismos de diseños, bases del estudio de respuesta sísmica de Bogotá. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997).

Como resultado del estudio de respuesta dinámica de la ciudad de Bogotá (EMS), la zona de estudio fue clasificada como Zona 1-Cerros, donde se define el espectro local de respuesta de diseño presentado en la Ilustración 3, el cual tiene las siguientes características:

- Período inicial $T_0 = 0.20$
- Período corto $T_c = 1.00$
- Período largo $T_l = 5.00$
- Aceleración máxima $A_m = 0.24$
- Aceleración nominal $A_n = 0.30$
- Factor de amplificación de la aceleración $F_a = 1.00$
- Factor de amplif. en el intervalo de vel. constantes $F_v = 32.48$

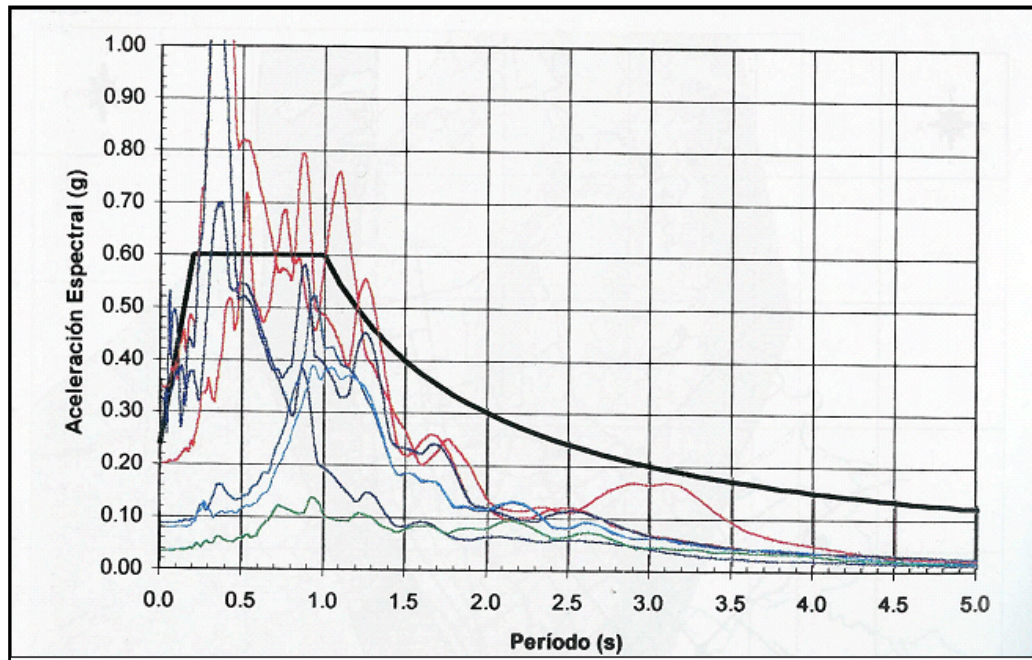


Ilustración 3. Espectro local de aceleraciones en la Zona 1-Cerros. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997)

Para efecto de los análisis pseudo-estáticos, se recomienda utilizar un valor de 0,16 g para el valor del coeficiente sísmico pseudo-estático horizontal (k_h), valor que corresponde al mínimo sugerido por la Resolución 227 de 2006 en el numeral 3.4 (2/3 de A_m); vale la pena aclarar que este valor de aceleración se encuentra dentro del rango de los valores propuestos por la literatura (ver Ilustración 4)

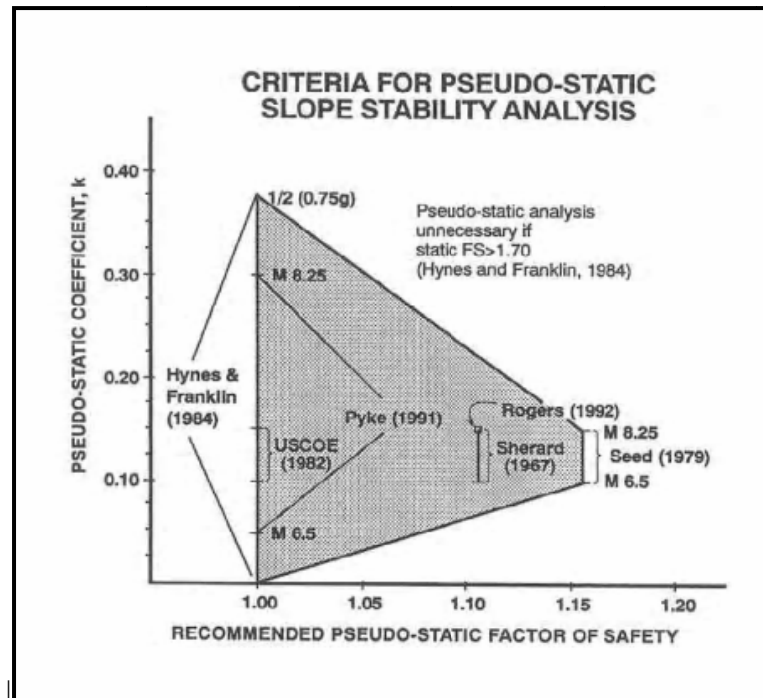


Ilustración 4. Rangos aproximados del coeficiente sísmico pseudo-estático “k” para factores de seguridad mínimos propuestos en la literatura (referencias sobre el diagrama) ⁶

7. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

A partir de todos los estudios básicos requeridos, el procesamiento y análisis de la información obtenida en, junto con la caracterización e inventario detallado de los procesos de remoción en masa, se plantea el modelo geológico-geotécnico de la zona de estudio, el cual permite establecer la relación entre los rasgos geológicos y geomorfológicos, los factores detonantes (agua, sismo, etc.) y los procesos de inestabilidad actuales con los posibles mecanismos de falla, que permitirán realizar los modelos de estabilidad que conlleven al diseño de las obras de mitigación de la amenaza por FRM, conducentes a disminuir el riesgo en la zona de estudio.

⁶ Tomado de Special Report 117 – California Geological Survey - “Guidelines for evaluating and mitigating seismic hazards in California”.

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES

7.1.1. Información temática básica del sitio

- Los materiales rocosos aflorantes en el sector de estudio y alrededores, corresponden a rocas de resistencia blanda, constituidas por areniscas, de grano medio a muy grueso, con intercalaciones lenticulares de conglomerados finos, en estratificación gruesa, en general muy friable, en sectores deleznales, de baja cementación y consolidación, con intercalaciones de niveles de arcillolitas y limolitas. Las rocas se presentan en general, moderadamente a altamente meteorizadas, con desarrollo de suelo residual, de textura areno-limosa, con espesores entre 1.0 y 1.5 m aproximadamente.
- El macizo rocoso se presenta moderadamente fracturado, con la presencia de dos sistemas principales de diaclasas, de poca continuidad y baja frecuencia, y en sitios muy puntuales. Los estratos rocosos presentan buzamientos en dirección contraria a la pendiente topográfica de la ladera, es decir en posición favorable contra los movimientos de remoción en masa.
- Las rocas anteriores dentro del sitio de estudio, se encuentran cubiertas en algunos sectores de baja extensión **por suelos residuales y depósitos de origen antropogénico**, resultantes de los rellenos de escombros y residuos de las actividades mineras antiguas y del desarrollo urbanístico, con espesores menores a los 3m.
- **Desde el punto de vista geomorfológico**, los terrenos del sitio y sus alrededores presentan: **i)** laderas en contrapendiente, es decir aquellas en las cuales los buzamientos de los estratos rocosos tienen una dirección contraria a la pendiente topográfica de las laderas, **y ii)** laderas explanadas, resultantes de las actividades mineras antiguas (canteras), para la

explotación de fuentes de materiales, y del desarrollo urbanístico propio del sector.

- **En cuanto a las características hidrogeológicas**, se tiene que las rocas por su composición litológica (areniscas, de textura gruesa y friables, con intercalaciones de arcillolitas), pueden conformar acuíferos semiconfinados, originados principalmente por recarga proveniente de la escorrentía superficial de aguas lluvias y de las aguas originadas por desperdicios bien sea de la fuga de las tuberías y las aguas botadas de las viviendas, los cuales pueden producir sobresaturación de los materiales tanto de macizo rocoso como suelos, propiciando y originando por consiguiente movimientos de remoción en masa como los presentados en el sitio de estudio.

7.1.2. Caracterización de los procesos de inestabilidad

Con el objeto de conocer los antecedentes del área de estudio se clasificó la información recopilada y levantada en el sitio, buscando identificar la susceptibilidad del terreno a procesos de inestabilidad y crear un marco histórico del sitio que permitiera identificar potenciales detonantes y/o condiciones predominantes en el sitio de estudio.

Los procesos de inestabilidad que han actuado sobre los terrenos corresponden a fenómenos denudativos principalmente movimientos de remoción en masa recientes, de las clases desprendimiento de rocas y detritos, los cuales se ubican principalmente en la parte nor-occidental-media del sitio de estudio. Igualmente se presentan fenómenos de inestabilidad de menor magnitud correspondientes principalmente a agrietamientos y pequeños desprendimientos que ocurren en la parte media-oriental del área de estudio, sobre laderas explanadas con taludes de alta pendiente, producto de actividades de explotación minera antigua, correspondientes a explotación de fuentes de materiales (arenas y arcillas).

- Los movimientos de desprendimiento de rocas y detritos, se presentan principalmente en la parte nor-occidental del sitio de estudio. Se presentan sobre el talud subvertical resultante de las actividades antrópicas antiguas, correspondientes a la explotación de fuentes de materiales; constituido por areniscas de baja cementación y poca consolidación, en general friables y altamente meteorizadas, con el desarrollo de suelo residual, areno-limoso de espesores importantes, cuyo macizo rocoso presenta un grado de fracturamiento bajo a moderado, con la presencia de 2 sistemas principales de diaclasas.
- Como producto de los movimientos de remoción en masa anteriores, se originó un depósito de Coluvión Reciente, acumulado en la parte inferior del escarpe rocoso inestabilizado. Corresponde a materiales clasto-soportados, con bloques y fragmentos rocosos de composición arenácea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo-anaranjado; de consistencia blanda a muy blanda. Su espesor oscila entre 0.5 y 3.0m, aproximadamente.

De acuerdo a la información recolectada en los reconocimientos de campo y a las características que presentan las rocas y los deslizamientos ocurridos en el sitio, se puede asumir como causa principal del movimiento, **la saturación del suelo residual y del macizo rocoso de composición arenácea, poco consolidadas y muy friables, con la presencia de 2 sistemas de diaclasas**, originada por la acción de las aguas infiltradas provenientes de la escorrentía superficial y subterránea.

- Los fenómenos de inestabilidad de menor importancia, correspondientes a los agrietamientos y pequeños desprendimientos de rocas y detritos, se ubican en la parte media-oriental del área de estudio, los cuales ocurren sobre taludes de pendiente alta, resultantes igualmente de las actividades de explotación de canteras antiguas, constituidos por rocas de composición

arenácea, de características similares al del sitio anterior. Estos movimientos son de magnitud pequeña a moderada, y ocurren en sitios puntuales y aislados.

7.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Para la zonificación geotécnica del barrio Altos de Jalisco se tomó como base la geológica y geomorfología de la zona, los resultados de las observaciones de campo y del programa de investigación del subsuelo.

A partir de los aspectos anteriores, el talud objeto de estudio se dividió en dos zonas geotécnicas homogéneas, que corresponden al talud norte y talud sur tal como se presenta en el Plano **GE183-PL-AJ1-04**, las cuales se describen a continuación:

7.2.1. Zona geotécnica 1. Talud norte

Esta zona tiene una pendiente variable de 70° a 80° aproximadamente y se encuentra conformada principalmente por suelos residuales procedentes de material de relleno y escombros, areniscas meteorizadas de la Formación la Regadera cubierta por material rodado producto de los deslizamientos tipo rotacional; estos movimientos de tierra afectaron a las viviendas ubicadas en el pie del talud por consiguiente el inmediato desalojo de sus habitantes.

En la corona del talud, se encuentra el emplazamiento de viviendas que en la actualidad no presentan ningún riesgo por la evidencia de fenómenos de remoción en masa (Ver Foto 20). De acuerdo al sondeo (SM-2) realizado, en esta zona hay presencia de vegetación abundante sobre material residual, con niveles de arcillolita buzando en sentido contrario a la pendiente del talud.

En la zona de escarpe se realizó un apique (AP-3) y un sondeo (SM-3) caracterizado por presentar en la superficie material rodado procedente del deslizamiento que involucró obras como el concreto lanzado y pernado, originada por el diaclasamiento del macizo rocoso; resultante de los procesos de erosión hídrica y la acción de la gravedad.



Foto 20. Viviendas ubicadas en la corona del talud norte.

7.2.2. Zona geotécnica 2. Talud sur

En esta zona se presentan deslizamientos y volcamiento de suelos duros y rocas meteorizadas, que involucran una capa pequeña de suelo residual y arenisca completamente alterada afectando los niveles de arcillolita y arenisca; a esto se le suman fenómenos por erosión laminar y erosión diferencial que afectan los niveles blandos de rocas.

En la parte media del talud, se realizaron 2 sondeos (SM-4 y SM-5) cerca de la zona de escarpe (Ver Foto 21) y un apique (AP-1) cercano a la zona con presencia de grietas superficiales, que permiten la filtración de aguas superficiales por consiguiente el deterioro de la ladera; se atribuye como agentes detonantes la rotura de la tubería del acueducto en este sector, lo cual genero un alto grado de saturación de la ladera afectando potencialmente la vivienda que se encuentra en

un costado de la pata del talud; en el otro costado cerca a las escaleras, existe un segmento de gaviones aparentemente estable.



Foto 21. Sondeo realizado en la zona de escarpe en el talud sur.

7.3. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

En la zona de estudio, se encuentran básicamente tres (3) tipos de materiales: suelos residuales, roca blanda y Arcillolita. Los materiales descritos como depósitos coluviales (ver numeral 4.3.1.1.2), son el producto de la depositación del material deslizado, y para consideraciones prácticas, se puede suponer que tienen las características de resistencia residual del suelo residual. De otra parte, los materiales denominados depósitos antropogénicos (ver numeral 0), debido a su poco espesor, no se consideran dentro del modelo de análisis de estabilidad ya que no tienen una mayor influencia sobre ésta.

Con base en los trabajos de investigación del subsuelo descritos en el numeral 3, a continuación se presentan las características geomecánicas de los materiales que constituyen el subsuelo y que hacen parte del modelo geológico-geotécnico propuesto (ver Plano **GE183-PL-AJ1-04**).

7.3.1. Suelo residual

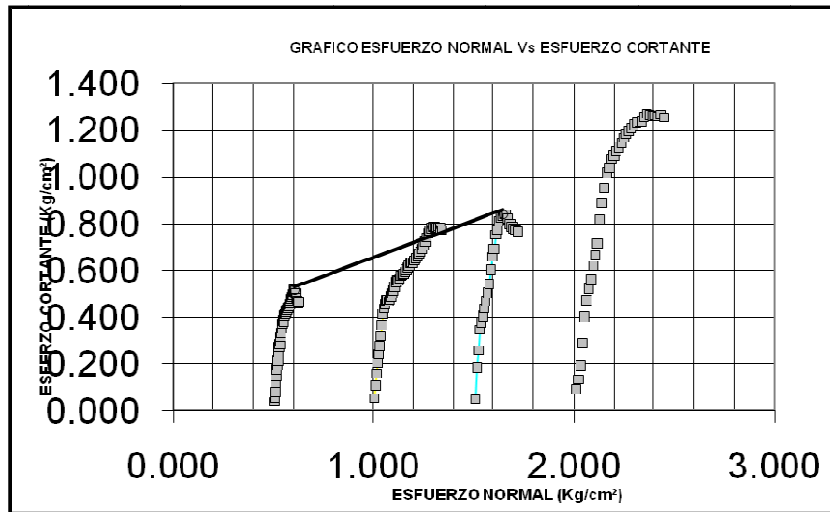
Son los materiales resultantes de la meteorización y alteración de los componentes de las rocas in situ. Estos materiales dentro del sitio de estudio, son de color gris oscuro, de textura areno-limosa, de consistencia blanda a muy blanda. La roca parental corresponde a las areniscas de la Formación La Regadera, Conjunto Inferior (E2ri). Según la clasificación USCS es arcilla limosa (CL) de baja plasticidad.

Las siguientes son las propiedades geotécnicas de dicha muestra obtenidas de los ensayos de laboratorio (Ver Tabla 14):

Tabla 14. Propiedades del material suelo residual

Propiedad	Valor min.	Valor máx.	Valor Promedio
Humedad natural	10%	18%	12.8%
Límite líquido	19%	45%	31.4%
Límite plástico	13%	22%	17.4%
Índice de plasticidad	6	25	14%
Índice de Consistencia	1.2	1.5	1.38%
Pasa T 200	57%	93%	74.2%
Peso Unitario	18.5 KN/m3	19.1 KN/m3	18.8 KN/m3

Para la obtención de los parámetros de resistencia del Suelo Residual se realizó un corte directo (Ver ANEXO B3) para el Apique 2 (Muestra 1) en el cual se graficaron todos los puntos de falla (Relación Tao - Sigma), obteniéndose los resultados presentados en la Gráfica 3 y en la Tabla 15.



Gráfica 3. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante

Tabla 15. Parámetros de resistencia

Parámetros de resistencia	Valor
Cohesión	24.14 KN/m2
Angulo de fricción interna	22.5°

7.3.2. Areniscas (roca blanda) Rb

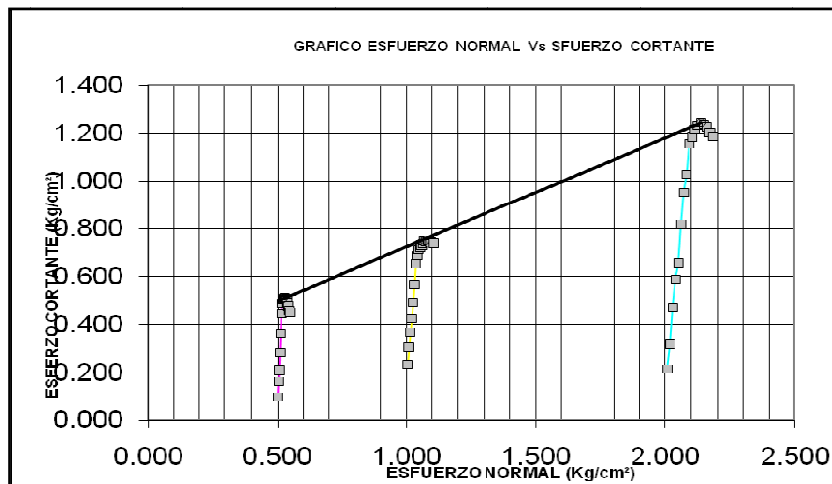
Material perteneciente a la Formación La Regadera, Conjunto Superior (E2ri). Están constituidas por una secuencia interestratificada de areniscas, de color amarillo y gris anaranjado, de grano medio a muy grueso, con intercalaciones lenticulares de conglomerados finos, en estratos muy gruesos (2-3m de espesor), con intercalaciones menores de capas delgadas de areniscas, y niveles de arcillolitas gris rojiza y gris oscuro, con espesores entre 3-4m. Las rocas se presentan en general muy friables, en sectores deleznales, de resistencia blanda, poco fracturadas y moderadamente meteorizada, con desarrollo de suelos residuales con espesores entre 1.0- 1.5 m aproximadamente. Se clasifican como SM, SC o ML-CL, según la clasificación USCS.

Las siguientes son las propiedades geotécnicas de este estrato obtenidas de los ensayos de laboratorio (Ver Tabla 16):

Tabla 16. Propiedades del material

Propiedad	Valor min.	Valor máx.	Valor Promedio
Humedad natural	7%	19%	12.7%
Límite líquido	18%	53%	41.8%
Límite plástico	12%	23%	19.6%
Índice de plasticidad	6	31	22.2
Índice de Consistencia	0.5	1.3	1.05
Pasa T 200	22%	91%	54.22%
Peso Unitario	20.7 KN/m3	21.0 KN/m3	20.8 KN/m3

Para la obtención de los parámetros de resistencia de las Areniscas (Roca Blanda), se realizó un corte directo para el Apique 3 (Muestra 1) en el cual se graficaron todos los puntos de falla (Relación Tao - Sigma) Ver Gráfica 4 y Tabla 17, obteniéndose los siguientes resultados:



Gráfica 4. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante

Tabla 17. Parámetros de resistencia

Parámetros de resistencia	Valor
Cohesión	26.92 KN/m ²
Angulo de fricción interna	24.5°

7.3.3. Arcillolita

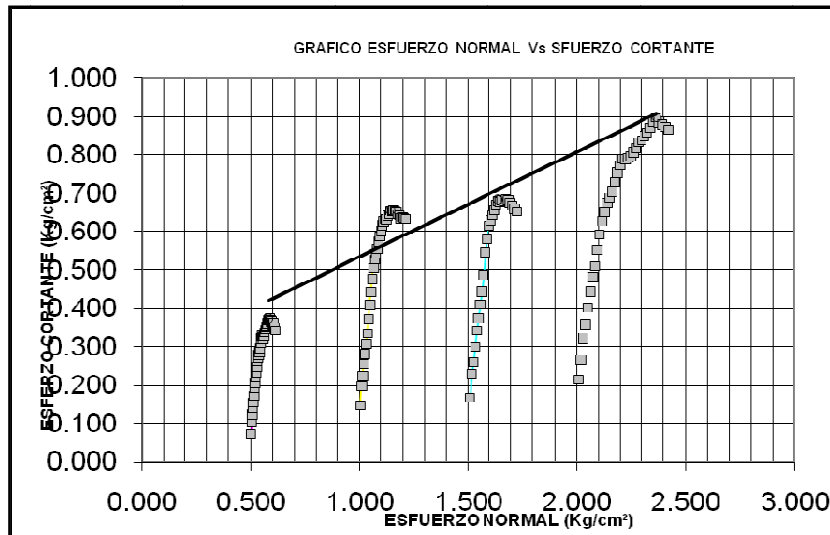
Afloramiento en el talud sur de niveles de arcillolitas gris rojiza y gris oscuro, con espesores entre 3-4 metros. Según la clasificación USCS corresponde a arcilla limosa (CL), ésta arcilla presenta baja plasticidad por su alto contenido de limos.

Las siguientes son las propiedades geotécnicas de este estrato obtenidas de los ensayos de laboratorio (Ver Tabla 18):

Tabla 18. Propiedades del material

Propiedad	Valor min.	Valor máx.	Valor Promedio
Humedad natural	14%	-	-
Límite líquido	40%	-	-
Límite plástico	13%	-	-
Índice de plasticidad	6	-	-
Índice de Consistencia	1.5	-	-
Pasa T 200	57%	-	-
Peso Unitario	19.1 KN/m3	19.4 KN/m3	19.2 KN/m3

Para la obtención de los parámetros de resistencia de la Arcillolita se realizó un corte directo para el Apique 1 (Muestra 1) en el cual se graficaron todos los puntos de falla (Relación Tao - Sigma) Ver Gráfica 5. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante y Tabla 19 , obteniéndose los siguientes resultados:

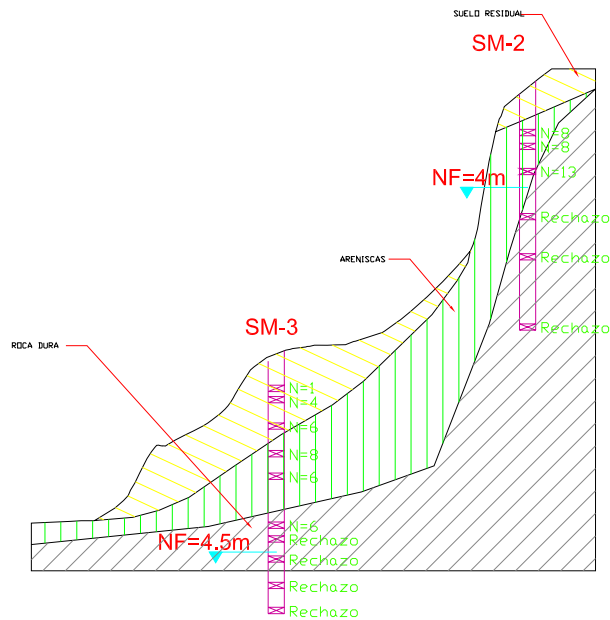


Gráfica 5. Esfuerzo normal Vs Esfuerzo cortante

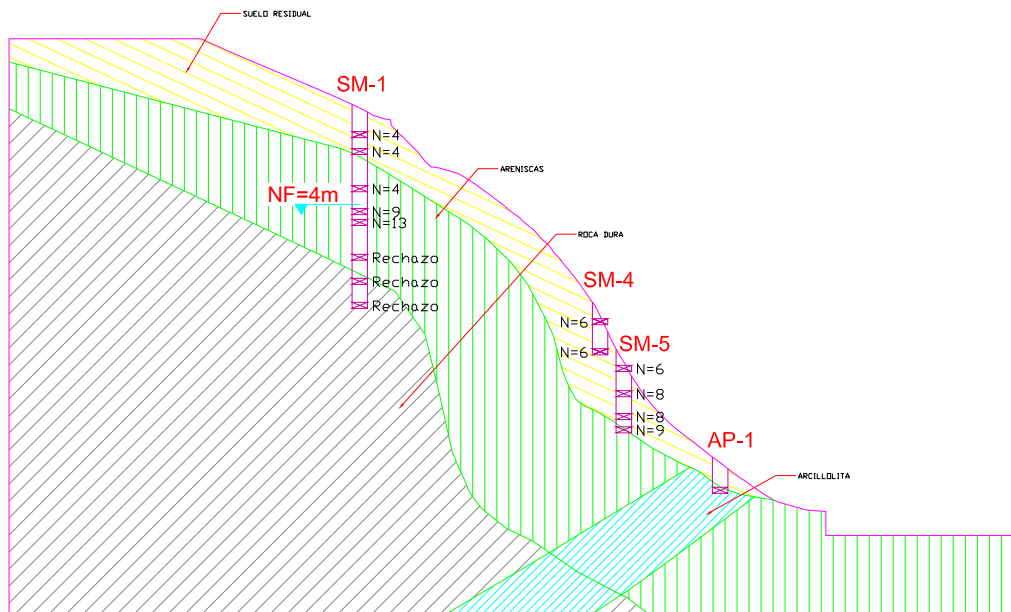
Tabla 19. Parámetros de resistencia

Parámetros de resistencia	Valor
Cohesión	26.1 KN/m2
Angulo de fricción interna	15.3°

En la Gráfica No.4 y Gráfica No.5 se presentan los perfiles geotécnicos del Talud Norte y el Talud Sur respectivamente, en el que se identifican cada uno de los estrato, la posición de los apiques y las perforaciones realizadas de acuerdo con investigación del subsuelo realizada en la zona de estudio.



Gráfica 6. Perfil Geotécnico del Talud Norte



Gráfica 7. Perfil geotécnico del Talud Sur.

7.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

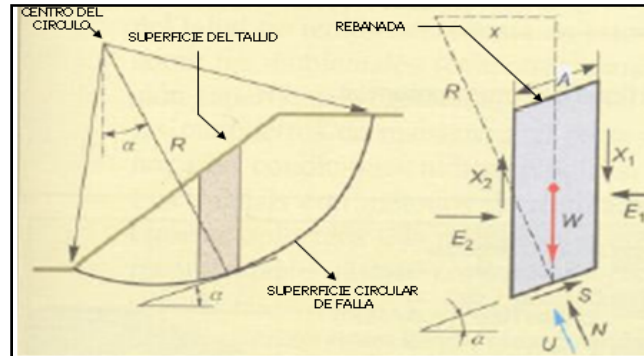
7.4.1. Método de análisis

La metodología utilizada para determinar los factores de seguridad del talud en el barrio Altos de Jalisco fueron elaboradas utilizando el programa SLIDE, software que requiere el conocimiento de las características topográficas de la superficie del terreno, la variación y distribución geométrica de los diferentes niveles de suelo en profundidad, así como las características físico-mecánicas de los diferentes materiales que integran ese perfil del subsuelo.

La información topográfica y los estudios de suelo fueron realizados para el desarrollo y evaluación del talud en la zona de estudio.

En la determinación de la superficie crítica del talud se utilizaron los métodos de Janbu Simplified y Bishop Simplified, cuya hipótesis y desarrollo supone:

- ✓ Una superficie de rotura circular, Ver Gráfica 8
- ✓ La masa deslizante se divide en n rebanadas o fajas verticales,
- ✓ Establece el equilibrio de momentos de las fuerzas actuantes en cada rebanada respecto al centro del círculo,
- ✓ De la condición de equilibrio de fuerzas verticales en cada rebanada se obtiene las fuerzas N (normales a las superficies de rotura),
- ✓ Las fuerzas de contacto entre cada dos rebanadas no influyen, para estar equilibradas,
- ✓ De esta forma se obtiene la expresión del coeficiente de seguridad, F , de la superficie considerada.



Gráfica 8⁷. Fuerzas actuando en una rebanada

Dicho método es el más ajustada a las condiciones presentes y permite igualmente involucrar parámetros dinámicos por la eventual ocurrencia de un sismo que permite la transmisión de ondas dinámicas a través de estos materiales.

Para efectos de análisis, en el retro-análisis, situación actual y con obras de mitigación propuestas, la Firma GEOCING Limitada tomó una sobrecarga de 10KN/m para la vivienda de un nivel ubicada en la corona del talud Sur, ya que son cargas que normalmente se utilizan, las cuales se podrían cuantificar de acuerdo con el Título B de la NSR-98.

A continuación se relaciona en la Tabla 20 los parámetros de resistencia utilizados para la modelación del análisis de estabilidad del talud.

Tabla 20. Parámetros de resistencia

MATERIAL	γ (kN/m ³)	c' KN/m ²	ϕ (°)
Suelo Residual	18.80	24.14	22.50
Arenisca (roca blanda meteorizada)	20.83	26.92	24.50
Arcillolita	19.25	26.13	15.30

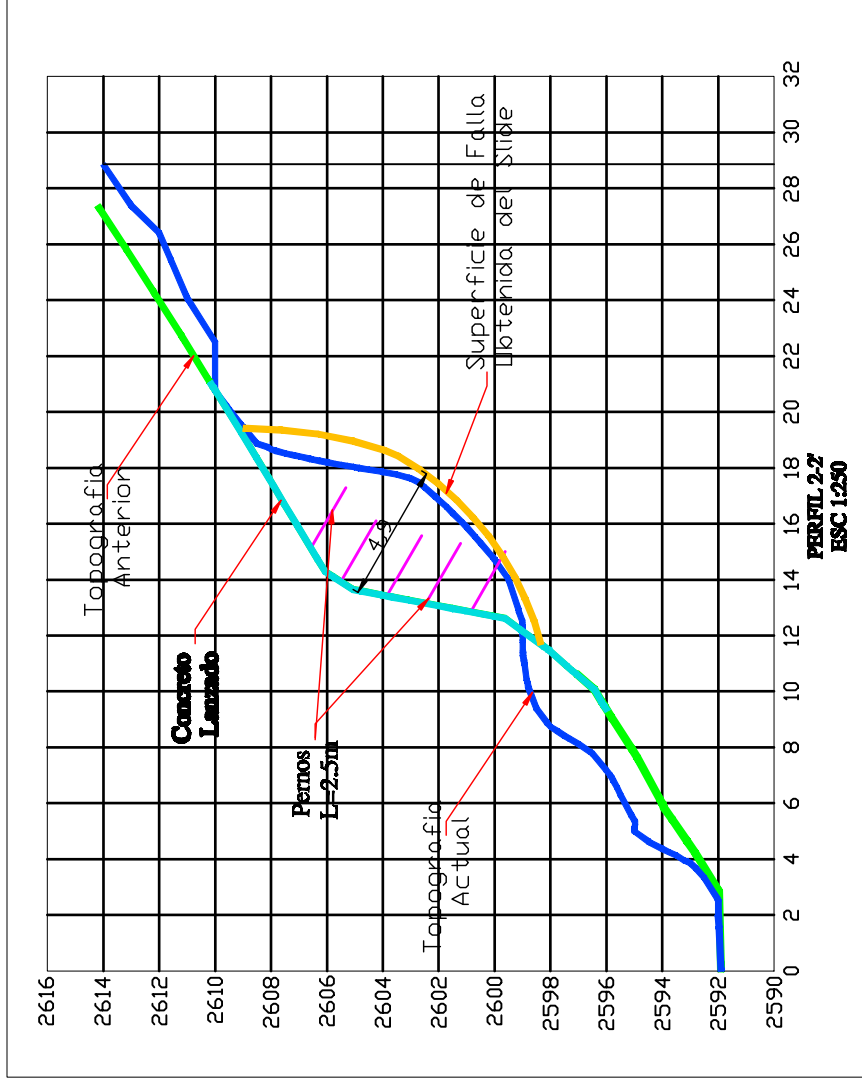
⁷ Gráfico tomado del Libro Ingeniería Geológica. Luis González de Vallejo.

Los parámetros geomecánicos utilizados se obtuvieron de los siguientes Apiques:

- ✓ Para el SUELO RESIDUAL se utilizaron las propiedades geotécnicas obtenidas en el Corte Directo del Apique 2 Muestra 1 (Profundidad 0.6 m).
- ✓ Para el ARENISCA (Roca blanda) se utilizaron las propiedades geotécnicas obtenidas en el Corte Directo del Apique 3 Muestra 1 (Profundidad 0.7 m).
- ✓ Para la ARCILLOLITA se utilizaron las propiedades geotécnicas obtenidas en el Corte Directo del Apique 1 Muestra 1 (Profundidad: 0.6m).

7.4.2. Análisis retrospectivo

Se realizó un retro-análisis con las condiciones topográficas de la Firma INGETEC S.A. (1997) teniendo en cuenta los parámetros geomecánicos determinados en el laboratorio y descritos en el numeral 7.3., para el perfil No.2 (Ver Figura XI), la firma GEOCING LIMITADA realizo el análisis con las condiciones presentadas en la Tabla 21.



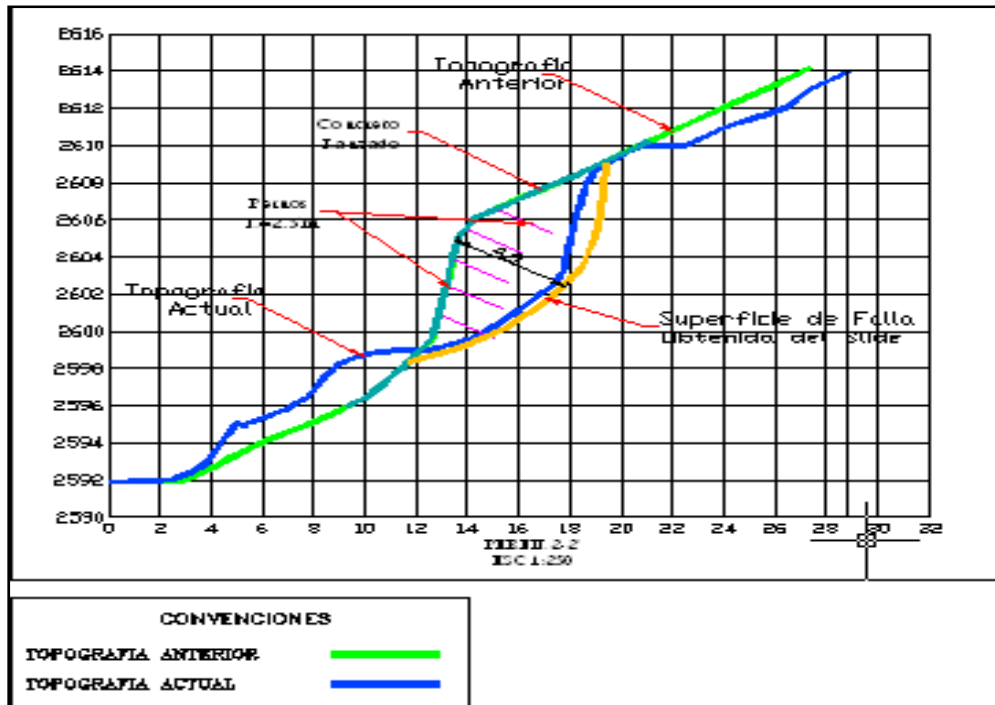
CONVENCIONES	
TOPOGRAFIA ANTERIOR	INTERVENTORIA:
TOPOGRAFIA ACTUAL	

PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 1 BARRIO ALTOS DE JALISCO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	ELABORÓ: 	CONTENIDO: PERFIL	ARCHIVO ACAD: FIGURA X1.DWG
			ESCALA: SIN
			FECHA: DICIEMBRE DE 2007 DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

Tabla 21. Análisis retrospectivo de estabilidad de talud norte

TALUD	CONDICIÓN	FS
NORTE	Talud con nivel freático abatido, sin sismo	1,10
	Talud con nivel freático <4.m, sin sismo	0,76
	talud saturado, sin sismo	0,50

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 21, el talud presenta una condición de equilibrio límite con un nivel freático a 4 m de profundidad paralelo a la superficie actual del terreno, llegando a 0,5 cuando el talud se satura; lo anterior indica que los parámetros y el modelo geológico-geotécnico seleccionado son congruentes con lo ocurrido anteriormente; en el **ANEXO D.1** se presentan los resultados con los análisis retrospectivos. Cabe anotar que no se utilizaron en los modelos las obras de la Firma Ingetec S.A. en la Zona Norte como fueron: concreto lanzado con pernos y drenes horizontales; esta situación no modifica los resultados debido a que los anclajes se encontraban dentro de la superficie de falla como se muestra en la Gráfica 9.



Gráfica 9. Situación actual y anterior del talud con la respectiva topografía

7.4.3. Condición actual

Posteriormente se realizó un análisis de la situación actual con los parámetros geomecánicos y la topografía realizada para el presente trabajo, presentándose los siguientes factores de seguridad (ver **Anexo D.2**).

Tabla 22. Análisis de estabilidad de talud actual

TALUD	CONDICIÓN	FS
NORTE	Talud abatido, sin sismo	1,32
	Talud abatido, con sismo	1,22
	talud con NF actual (4m.), sin sismo	1,17
	talud con NF actual (4m.), con sismo	0,96
	Talud saturado, sin sismo	0,82
	Talud saturado, con sismo	0,30
SUR	Talud abatido, sin sismo	1,19
	Talud abatido, con sismo	1,03
	talud con NF actual (4m.), sin sismo	1,00
	talud con NF actual (4m.), con sismo	0,79
	Talud saturado, sin sismo	0,71
	Talud saturado, con sismo	0,55

8. DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

8.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Para la clasificación de la amenaza de la zona se utilizará como criterios de categorización los presentados en la Tabla 23, teniendo en cuenta lo expuesto en la Resolución 227 del 13 de julio de 2006 en el numeral 3.4.

Tabla 23. Categorización de amenaza por FRM

Categoría de amenaza	FS condiciones normales	FS condiciones extremas
Baja	>1,9	>1,3
Media	1,2 - 1,9	1,0 - 1,3
Alta	<1,2	<1,0

En lo posible, los diseños se realizarán para que la amenaza en la zona sea catalogada como baja, o por lo menos media; si se da el segundo caso, se deberán dar las recomendaciones para que la zona susceptible a deslizamiento (con categoría media) presente un riesgo bajo para las viviendas o edificaciones y servicios públicos existentes.

Adicionalmente, para las estructuras de contención se adoptan los valores mínimos del factor de seguridad para este tipo de construcción estipulados en la norma NSR-98, título H, numeral 4.2.11, y que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 24. Factores de seguridad mínimo para estructuras de contención según la NSR-98

Solicitud	Factor de seguridad mínimo ⁸	
	Suelos cohesivos	Suelos granulares
Deslizamiento	2,0	1,5
Volteo	2,0	3,0
Capacidad portante	2,5	2,5

8.2. ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

Con el objeto de mitigar los riesgos latentes en la zona, se propone una combinación de obras que tienen el propósito de incrementar los factores de seguridad frente a la inestabilidad de la ladera. A continuación se presenta las alternativas propuestas para mitigar el riesgo existente en la zona objeto de estudio.

⁸ Para el caso en estudio se adoptan como suelos granulares.

8.2.1. Talud sur

8.2.1.1. Alternativa 1

Se propone el retiro de los rellenos orgánicos, material rodado y reconformación del talud con taludes de 60° y bernas de unos 2 m, la construcción de micropilotes en concreto de 8 pulgadas de diámetro y 11 m de profundidad ubicados a media ladera, la construcción de muros en gaviones en la pata del talud, con cotas de cimentación entre 2607 y 2609 msnm aproximadamente, el relleno y compactación de material seleccionado en el espaldar de los gaviones, empradización el talud con manto para el control de erosión Tipo LANDLOK TRM 450 o similar anclado con pernos de 5 m de longitud, la construcción de cunetas con pendientes del orden del 2% y descoles para las escorrentías superficiales, y drenes horizontales entre 7,5 m y 12 m de longitud para contrarrestar la presión de poros en la zona.

La localización de las obras propuestas y los detalles constructivos para esta alternativa pueden observarse en el **PLANO GE183-PL-AJ1-07** y **PLANO GE183-PL-AJ1-08**.

8.2.1.2. Alternativa 2

Se propone el retiro de los rellenos orgánicos, material rodado y reconformación del talud con taludes de 60° y bernas de unos 2 m, la construcción de pilotes en vigas de acero IPE300 de 12 m de longitud ubicados a media ladera, la construcción de un muro de concreto de 6 m de altura en la pata del talud, con cotas de cimentación entre 2607 y 2609 msnm aproximadamente, el relleno y compactación de material seleccionado en el espaldar del muro, empradización del talud con manto para el control de erosión Tipo LANDLOK TRM 450 o similar anclado con pernos de 5 m de longitud, la construcción de cunetas con pendientes del orden del 2% y descoles para las escorrentías superficiales, y drenes horizontales entre 7,5 m y 12 m de longitud para contrarrestar la presión de poros en la zona.

La localización de las obras propuestas y los detalles constructivos para esta alternativa pueden observarse en el **PLANO GE183-PL-AJ1-07A** y **PLANO GE183-PL-AJ1-08A**.

8.2.2. Zona norte

8.2.2.1. Alternativa 1

Se propone el retiro de los rellenos orgánicos, material rodado y reconformación del talud con taludes de 45° y 60° en forma de medialuna, la construcción de muros en gaviones en la pata del talud, con una cota de cimentación de 2592 msnm aproximadamente, el relleno y compactación de material seleccionado en el espaldar de los gaviones, continuar con el concreto lanzado y pernado existente con una resistencia 3000 psi, empradizar los taludes reconformados con manto para el control de erosión Tipo LANDLOK TRM 450 anclados con pernos de 3 m de longitud, la construcción de cunetas en piedra pegada con pendientes del orden del 2% y descoles para las escorrentía superficial, y obras de drenaje como trincheras drenantes y drenes horizontales para contrarrestar la presión de poros en la zona.

La localización de las obras propuestas y sus correspondientes Detalles constructivos pueden observarse en los **PLANO GE183-PL-AJ1-05** y **PLANO GE183-PL-AJ1-06**.

8.2.2.2. Alternativa 2

Similar a la anterior pero protegiendo los taludes con concreto lanzado.

La localización de las obras propuestas y sus correspondientes Detalles constructivos pueden observarse en los **PLANO GE183-PL-AJ1-05A** y **PLANO GE183-PL-AJ1-06A**.

8.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL

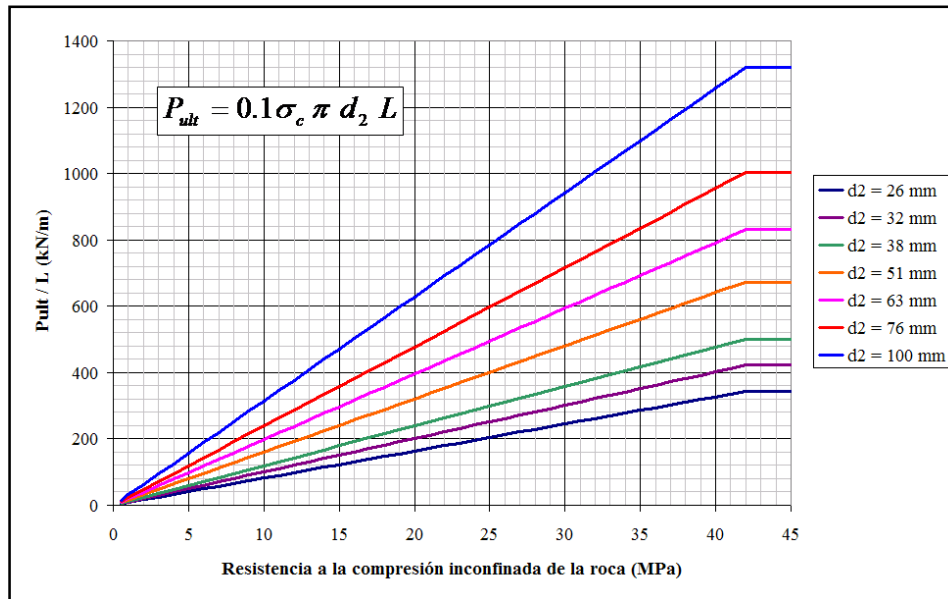
Teniendo en cuenta los análisis de estabilidad global presentados en el **Anexo D.3**, los factores de seguridad para diferentes escenarios se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Factores de seguridad contra deslizamientos de las alternativas planteadas

Sector	Escenario	Factor de seguridad	
		Alternativa 1	Alternativa 2
Norte	Seco sin sismo	2,03	2,03
	Seco con sismo	1,48	1,48
Sur	Seco sin sismo	1,39	1,90
	Seco con sismo	1,13	1,49

8.3.1.1. Diseño de anclajes

Debido a que no se cuenta con pruebas de carga en pernos o anclajes, para determinar la longitud de empotramiento de estos elementos se utilizó la fórmula empírica propuesta por Littlejohn y Brucre (1975), cuyos resultados se resumen en la Gráfica 10.



Gráfica 10. Carga última para anclajes y pernos en roca (Littlejohn y Bruce, 1975)

Donde d_2 y L son el diámetro y longitud del pilote, respectivamente, y σ_c la resistencia a la compresión inconfiada de la roca. Para el tipo de roca encontrada (areniscas de la Formación Regadera) se estimó conservadoramente una resistencia a la compresión inconfiada de 2,5 MPa, obteniéndose cargas admisibles (con un factor de seguridad de 2,5) en los pernos (diámetros de la perforación del orden de 1 ½”) de 10 kN/m, que para una longitud de 3 m alcanza una carga última de 30 kN (carga de trabajo del orden de 20 kN) y para una longitud de 5 m alcanza una carga última de 50 kN (carga de trabajo del orden de 30 kN); utilizando una varilla corrugada de 5/8” con una resistencia a la tracción (f_y) de 420 MPa, la carga última es del orden de los 80 kN, dando un factor de seguridad para el caso más desfavorable mayor a 1,5 para la varilla, que se considera adecuado para las condiciones de trabajo.

8.3.2. Diseño de muros en gaviones

En el **Anexo E.1** se presentan los análisis de estabilidad del muro de gaviones. Los gaviones se fabricarán con mallas (de triple torsión y escuadrada tipo

8x10 cm) de alambre de acero (con bajo contenido de carbono) de 2,7 mm (calibre 12), al que se le da tres capas de galvanizado con zinc.

8.3.3. Diseño de pilotes y micropilotes

En el **Anexo E.2** se presentan los análisis de capacidad para los pilotes y micropilotes presentados en los diseños.

8.3.4. Resumen de los resultados de los análisis de estabilidad

A continuación se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos para cada una las obras de estabilización contempladas.

Tabla 26. Factores de seguridad de las estructuras proyectadas en el talud norte

JALISCO NORTE			FS	
ALTERNATIVA	ESTRUCTURA	SOLICITACIÓN	CON SISMO	SIN SISMO
1	MURO DE GAVIONES	Deslizamiento	3,97	11,39
		Volteo	4,94	18,01
		Capacidad portante	1,68	2,18
2	MURO DE GAVIONES	Deslizamiento	3,97	11,39
		Volteo	4,94	18,01
		Capacidad portante	1,68	2,18

Tabla 27. Factores de seguridad de las estructuras proyectadas en el talud sur

JALISCO SUR			FS	
ALTERNATIVA	ESTRUCTURA	SOLICITACIÓN	CON SISMO	SIN SISMO
1	MURO DE GAVIONES	Deslizamiento	3,97	11,39
		Volteo	4,94	18,01
		Capacidad portante	1,68	2,18
2	MURO DE CONCRETO	Deslizamiento	1,815	>2
		Volteo	2,781	>3
		Capacidad portante	>3	>3

8.4. CANTIDADES DE OBRA, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

8.4.1. Cantidades de obra talud norte

Las cantidades de obra fueron calculadas de acuerdo a los planos de diseño definitivos. En el **ANEXO F** se presenta las cantidades de obra, los precios unitarios y el presupuesto estimado de las obras de estabilización propuestas para Jalisco norte y sur.

8.4.2. Cronograma

La construcción de las obras propuestas para mitigar la amenaza que conllevan a disminuir el riesgo por FRM en la zona de estudio, conllevan la realización de las siguientes actividades generales:

- ✓ Delimitación de las áreas de protección y aislamiento.
- ✓ Construcción de obras de contención.
- ✓ Construcción de las obras de manejo de aguas.
- ✓ Obras de paisajismo y urbanismo en la corona del talud.

En la **ANEXO H** se presenta el cronograma detallado propuesto para la ejecución de las obras, de acuerdo con las actividades anteriormente enunciadas, y en el cual se establece que la duración de los trabajos de construcción para realizar los trabajos de la zona norte del orden de dos (2) meses y para la zona sur del orden de dos meses y medio (2.5) meses.

8.4.3. Presupuesto

8.4.3.1. Análisis de precios unitarios

En el **ANEXOS F.2** y **ANEXOS F.3**, se presentan los análisis de precios unitarios de cada uno de los ítems contemplados para la construcción de las obras.

8.4.3.2. Porcentaje de AIU⁹

En el **ANEXO E.1** se presenta el cálculo del porcentaje de AIU para cada una de las zonas, el cual está discriminado tal como se presenta en la Tabla 28 y en la Tabla 29.

Tabla 28. Discriminación del AIU Talud Norte

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
Administración	37%	33,5%
Imprevistos o riesgos	1%	1%
Utilidad	5%	5%

Tabla 29. Discriminación del AIU Talud Sur

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
Administración	25,5%	23,5
Imprevistos o riesgos	1%	1%
Utilidad	5%	5%

Los costos administrativos se calcularon bajo las siguientes consideraciones:

- ✓ Se debe contar con un Director de Obra, con una dedicación del 25%.
- ✓ Se debe contar con un Ingeniero Residente, con una dedicación del 100%.

⁹ Administración, imprevistos y utilidades

- ✓ Se debe contar con un Asesor en Geotecnia, con una dedicación del 15%.
- ✓ Se debe contar con un Asesor de Calidad, con una dedicación del 10%.
- ✓ Los impuestos son los de ley¹⁰ a excepción del IVA¹¹, y suman un porcentaje del 15.1% de la zona norte y el porcentaje del 14.05% de la zona sur en el AIU.

8.4.3.3. Presupuesto

Con base en las cantidades de obra, los precios unitarios y el AIU se estimó el costo de las obras, el cual se discrimina en el **Anexo F.2** y **Anexo F.3**, en donde se obtuvo que el costo de las obras para cada una de las Zonas planteadas, sea el presentado en la Tabla 30.

Tabla 30. Costo aproximado de las alternativas planteadas

Talud	Alternativa	Costo directo	AIU	Costo compra de predios	Costo total
Norte	1	\$ 89.337.838	\$ 38.415.270	\$ 0	\$ 127.753.108
	2	\$ 105.356.881	\$ 41.615.968	\$ 0	\$ 246.972.849
Sur	1	\$ 322.708.910	\$ 101.653.307	\$ 20.000.000	\$ 444.362.217
	2	\$ 446.463.529	\$ 131.706.740	\$ 20.000.000	\$ 588.170.269

¹⁰ En el momento de realizar los presupuestos, los impuestos de ley son: Impuesto de Guerra (5,0%), ICA (0,69%), Impuesto de timbre (0,75%), Estampilla Universidad Distrital (1,0%), Retención en la fuente (1,0%), Publicación en el Diario Oficial (0,47%), Cuatro por mil (0,4%), Estampilla Pro-Cultura (0,5%) y Estampilla Pro-Personas Mayores (0,5%).

¹¹ Este tipo de obras está exento del IVA, según ley 17 Art 15 del 92 y ley 21 Art 100 del 92

Se debe tener en cuenta que el costo de la Interventoría es aproximadamente el 10% del valor de la obra.

La entidad contratante, dependiendo de la forma de realización del contrato, podrá reevaluar el valor del AIU calculado.

8.5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA: Existe un poste de energía que se ve afectado por las obras propuestas para la Zona Sur (Ver **PLANO GE183-PL-AJ1-06**); por consiguiente se recomienda su traslado a la parte alta del talud o lo dispuesto por la empresa de energía CODENSA S.A. ESP. Desde el punto de vista técnico las alternativas presentadas son viables; sin embargo, la alternativa 1 para el sector del talud sur, presenta una amenaza catalogada como media, y quedarían las viviendas de la primera fila de la manzana superior como de amenaza media, aunque no se considera que tenga en riesgo su habitabilidad en el mediano plazo

ANÁLISIS DE VIABILIDAD PREDIAL: De acuerdo con el mapa de Zonas homogéneas del barrio Altos de Jalisco, Las obras propuestas se encuentran dentro de los predios residenciales, sin embargo, la Defensoría del Espacio Público según el radicado No.2007EE13642 del 14-12-2007 informa que la zona delimitada en el plano de zonas homogéneas hace parte del desarrollo Altos de Jalisco de la localidad de Ciudad Bolívar, cuyas zonas de uso público de acuerdo con el plano CB. ¼-2 aprobado por la actual Secretaría Distrital de Planeación corresponden a dos zonas verdes y dos vías. En cuanto a la Calle 62b sur y Calle 62A bis sur, así como la carrera 18ª bis y la carrera 18 Q bis, no figuran en el plano aprobado, por cuanto dicha zona se encuentra denominada como Ladrillera, así como también indica que es un barranco (ver **ANEXO I**).

Para la realización de las obras en la Zona Norte y sur (Alternativa No.1 y 2) es necesario ocupar parte de las áreas de los siguientes predios (ver Tabla 31).

Tabla 31. Predios considerados para reubicación

Identificador SIRE	Dirección	Apellidos y Nombres
2006-19-9067	Carrera 18R # 62A - 72 Sur	García Luz Mary
2006-19-9068	Carrera 18R # 62A - 76 Sur	Peña María Delia/Rodríguez Bohórquez Carlos Arturo

Según el Diagnostico Técnico DI-3032 emitido por la DPAE estos predios están incluidos en el Programa de Reasentamiento de Familias Localizadas en Zonas de Alto Riesgo No Mitigable; previo a la realización de las obras se recomienda que la entidad ejecutora revise la situación jurídica de estos predios.

Para la realización de las obras en la Zona Sur es necesario ocupar parte de las áreas del predio localizado en la Calle 62 B No. 18Q - 22 sur¹², por lo que es necesario que la entidad competente realice la reubicación de la familia de esta vivienda antes de la realización de las obras.

Para la elaboración del análisis de la viabilidad predial de las obras propuestas en el barrio Altos de Jalisco se consultó el Sistema de Información para la gestión de Riesgo y Atención de emergencia de Bogotá (SIRE), la Dirección de Prevención y Atención de Emergencia de Bogotá (DPAE) y el Radicado No.2007ER19101 del 17-12-2007 de la Defensoría del Espacio Público (Ver **ANEXO I**).

NOTA: No se levantaron fichas prediales de las viviendas afectadas ya que estas se encontraban desalojadas durante el desarrollo de estos estudios. Para la realización de las obras se debe tener en cuenta que los predios afectados deberán ser adquiridos por la entidad competente antes de comenzar con las obras; en el **ANEXO J** se presenta un listado con la información obtenida del SIRE.

¹² Durante los trabajos de campo no se pudieron contactar los habitantes de esta vivienda.

8.6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Teniendo en cuenta las políticas del DPAE expresadas en la Resolución 227 de 2006, en donde se deben llegar a los factores de seguridad mencionados para amenaza baja (ver numeral 1078.1) unido al criterio de economía, se recomienda construir las obras planteadas en la Alternativa 1 para el talud norte y en la Alternativa 2 para el talud sur.

8.7. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO

Para el seguimiento de las obras se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Reconocimiento visual periódico de la zona: inspecciones detalladas a la zona, las cuales se deberán intensificar en periodos de lluvia.
- ✓ Medición de movimientos horizontales y verticales: durante la construcción se deben colocar puntos de control topográfico en algunos puntos sobre los taludes, los cuales se deben controlar con una frecuencia no menor de dos veces al año.
- ✓ Se recomienda a la comunidad, la protección y el buen uso de las obras propuestas para su buen funcionamiento y durabilidad; en cuanto a la disposición de los espacios libres, se recomienda la adecuación de jardines y zonas verdes.
- ✓ Para la realización de la obra, el contratista deberá realizar el manual de mantenimiento en donde se enmarque los procedimientos de trabajo y de control, ajustándose a las disposiciones de la comunidad y del distrito. Estos procedimientos deben tener las instrucciones en un lenguaje común y de fácil comprensión para la comunidad. El diseño del manual de mantenimiento debe contemplar que existen

algunas obras las cuales requieren mantenimiento continuo por parte de la comunidad.

- ✓ Se recomienda realizar un monitoreo o seguimiento durante la ejecución de las excavaciones para la realización de las obras correctivas y una vez se hayan ejecutado las mismas.

9. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

9.1. DESCRIPCIÓN

El Plan de Gestión Social corresponde a todas aquellas actividades que el contratista de la obra debe realizar con la comunidad, para dar cumplimiento a cabalidad con la ejecución de las obras de estabilización geotécnica en el barrio Río de Janeiro.

9.2. OBJETIVOS

Los objetivos que se han establecido en el PGS son los siguientes:

- ✓ Mitigar los impactos negativos generados por la construcción de la obra.
- ✓ Brindar la información necesaria y requerida por la comunidad del área de influencia directa de la obra.
- ✓ Crear un escenario propicio para la participación comunitaria.
- ✓ Dar oportuna respuesta a las solicitudes, inquietudes y requerimientos de la comunidad propietaria, residente, habitante o comerciante del área de influencia directa del proyecto.

- ✓ Promover en las comunidades del área de influencia directa el uso, disfrute y cuidado del espacio público y Recurso humano de Gestión social requerido por el contratista para la etapa de construcción.

9.3. PERSONAL SOCIAL NECESARIOS CONTRATISTA E INTERVENTORÍA

El contratista deberá contar con el personal social requerido y descrito en la Tabla 32 (residente social), cuyas actividades y obligaciones son sin limitarse a estas:

- ✓ Responsable de la ejecución del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ Representante del contratista de obra ante la comunidad en todo lo relacionado con el área social.
- ✓ Encargado de la supervisión y coordinación de la capacitación en todos los aspectos propios del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ Participación en los comités sociales.
- ✓ Participación activa en la programación mensual y semanal en las actividades sociales propias de la obra.
- ✓ Coordinar y participar de las reuniones del contratista de obra con la comunidad.
- ✓ Responsable del montaje y funcionamiento de los Puntos de información a la comunidad (puntos CREA).
- ✓ Presidirá los comités CREA.
- ✓ Adelantará los informes y formatos propios del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.

- ✓ Realizar los presupuestos y las solicitudes de insumos para adelantar las labores sociales propias del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ En caso necesario, responder a las quejas y reclamos de la comunidad dando la solución pertinente y oportuna.
- ✓ Coordinar la elaboración y distribución de las piezas de comunicación para las diferentes actividades con la comunidad.

Tabla 32. Personal social requerido por el contratista

PERSONAL	REQUISITOS MÍNIMOS
Un (1) Residente Social Dedicación 50%	Deberá ser un profesional en el área social (Sociólogo, Psicólogo, Comunicador social o Trabajador social), con tarjeta profesional vigente, con experiencia general no menor de 2 años, de los cuales debe tener como mínimo 1 años de experiencia específica en el área Social en proyectos de infraestructura vial urbana, O 1 años de experiencia como mínimo en entidades de carácter estatal tiempo durante el cual debe haber sido responsable por el manejo de proyectos en el área Social.

9.4. ESTRATEGIAS

9.4.1. Puntos Crea (Centro de Reunión, Encuentro y Atención)

El contratista de las obras, deberá contar con un (1) sitio, donde se brinde toda la información que la comunidad requiera, estos sitios deberán estar visible a los transeúntes y estar cerca a la obra.

Estos puntos de atención deberán ser liderados por el Residente Social, quien será el encargado de atender a la comunidad interesada en los proyectos, brindando toda la información que sobre la construcción de las obras requiera; así mismo, recibirá todas las inquietudes, quejas y reclamos que sobre las obras en construcción hagan las comunidades del área de influencia directa del proyecto.

9.4.2. Comités CREA

Los Comités CREA estarán conformados por ciudadanos líderes de la comunidad, propietarios, habitantes, residentes, comerciantes, propietarios de negocios del área de influencia directa del proyecto y que deseen hacer parte de ellos.

Las personas que estén interesadas en participar de los Comités CREA, se podrán inscribir en las reuniones de inicio o en los puntos CREA, comprometiéndose a representar a los miembros de la comunidad del área de influencia de las obras

Entre las funciones que deben desarrollar los miembros de la comunidad, integrantes de los Comités CREA tenemos:

- ✓ Divulgación e información entre los miembros de la comunidad del área de influencia de la obra, todo lo concerniente a la misma.
- ✓ Ejercer control de la obra, con el fin de lograr un buen desarrollo de la misma.
- ✓ Recoger e identificar todos los problemas que la comunidad manifiesta con relación a la obra y llevarlos a los comités para recibir respuestas y soluciones de parte del contratista.
- ✓ Informar a la comunidad, a los acuerdos que se lleguen y las soluciones que se den a los problemas por ellos identificados.
- ✓ Promover entre las comunidades del área de influencia de la obra, el uso y cuidado del espacio público y la preservación del medio ambiente.

Como mínimo se deben realizar estos comités cada 15 días durante el desarrollo de las obras.

9.4.3. Afiches informativos

Son herramientas de información masiva, que contiene información general sobre las obras, se colocan en los Puntos CREA y deberán permanecer como mínimo un mes en cada uno de los Puntos y se elaborarán previo acuerdo con la entidad contratante.

9.4.4. Volantes de información

Se describe en estos volantes los aspectos específicos de la obra, se distribuyen a la comunidad o se dejan a disposición en los Puntos CREA, con el fin de que la comunidad tenga fácil acceso a ellos.

Para efectos del proyecto se utilizarán cinco tipos de volantes:

- ✓ Volante de inicio de obra
- ✓ Volante de plan de manejo de tráfico
- ✓ Volante de finalización de obra
- ✓ Volante de invitación a reuniones
- ✓ Volante de información ciudadana

9.5. SUBPROGRAMAS

9.5.1. Subprograma de información

9.5.1.1. Reuniones generales informativas

El Contratista de la Obra deberá informar a la comunidad ubicada en el área de influencia, directa del proyecto a través de reuniones generales informativas, que serán:

- ✓ Reunión de Inicio de Obra

✓ Reunión de finalización del Proyecto

En su orden las reuniones de inicio de las obras las debe realizar el contratista ocho (8) días antes del inicio de la etapa de construcción y cuando la obra esté en el 90% se citará a la reunión de finalización de la misma. Las reuniones se realizarán con los residentes, comerciantes, arrendatarios y propietarios que se encuentren ubicados en el área de influencia directa de las obras a ejecutar.

Para la realización de estas reuniones el contratista de la obra convocará a todas las comunidades del área de influencia contando con la asesoría de un funcionario de la entidad contratante, además de la Interventoría.

Las invitaciones se harán a través de volantes de invitación a reunión, repartidos predio a predio y se harán por lo menos tres (3) días antes de la realización de la reunión.

9.5.1.2. Reunión inicio de obra – información general

El contratista de la obra deberá presentar la siguiente información:

- ✓ Presentación de la entidad contratante, del Contratista y del Interventor.
- ✓ Objetivos y tipo de Obra, diseños de señalización provisional, desplazamientos peatonales (si los hay).
- ✓ Diseño definitivo de la obra y características de diseño. Explicación detallada del proyecto y de las obras a construir, con planos en escala adecuada.
- ✓ Etapas de la obra, valor, plazo y cronograma de ejecución.

- ✓ Impactos Sociales. Estrategias y subprogramas para su mitigación.

9.5.1.3. Reunión finalización de la obra

El contratista de la obra informará a la comunidad el estado final de la misma, manifestará además la fecha de finalización, se recogerán todas las inquietudes que con relación a las obras tenga la comunidad, esto con el fin de dar una respuesta oportuna; a continuación se hará una entrega formal de las obras, realizando un recorrido por las mismas con todos los integrantes del Comité CREA.

9.5.1.4. Requerimientos para las reuniones

Las reuniones se realizarán en salones comunales, o en instituciones de la zona de influencia. El contratista levantara un acta de la reunión y se llenará el listado de asistentes a la misma, previamente el contratista habrá realizado las gestiones para consecución del sitio de la reunión.

Se convocará a los líderes de la comunidad tales como presidentes de Juntas de acción Comunal, Miembros de Asociaciones Comunitarias y a quienes requiera la entidad contratante o la interventoría.

Por exigencia de la comunidad afectada directamente por el proyecto, por orden de la Interventoría, o la entidad contratante, se podrá convocar a reuniones adicionales si la circunstancia así lo requiera.

9.5.2. Subprograma de divulgación del proyecto

9.5.2.1. Elementos de divulgación

Además de todos los elementos de divulgación que se dan el contratista deberá instalar lo siguiente:

- ✓ **Vallas Móviles:** Estas herramientas de divulgación sirven para informar la proximidad a un tramo de vía o andén que se encuentra en intervención.
- ✓ **Valla Fija:** Es otra herramienta de divulgación masiva que contiene información general del proyecto y se ubica en espacio público cercano a la obra, deberá instalarse como mínimo diez (10) días antes del inicio de la etapa de construcción, deberán estar colocadas al empezar y al finalizar la obra.

9.5.3. Levantamiento de actas de vecindad

Las Actas de Vecindad de la Guía de Manejo Ambiental para el desarrollo de infraestructura urbana en el Distrito Capital (Resolución 991 de 2001 expedida por el DAMA), se levantarán a través de visitas domiciliarias y deberán estar levantadas en su totalidad antes del inicio de obra.

El Contratista de la obra levantará las Actas de Vecindad para los predios afectados directamente por la obra.

Las Actas de Vecindad y su respectivo registro fotográfico, serán levantadas por un Ingeniero o Arquitecto (Director de obra o Residente), suministrado por el contratista, quien estará acompañado de un Trabajador Social y un representante de la Interventoría.

Para la toma de fotografías de las Actas de Vecindad, deberá tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Una fotografía general del antejardín del inmueble.
- ✓ Dos (2) fotografías, como mínimo, de la fachada del inmueble y las fotografías que se requieran para demostrar el estado interno de la vivienda.

- ✓ En las fotografías se deberán registrar los detalles o averías existentes en las paredes como humedad, fisuras, estado de la pintura, entre otros.
- ✓ Las fotografías serán impresas a color y en tamaño postal.

Se levantarán la totalidad de las actas de vecindad requeridas, para lo cual entregará una programación detallada de la metodología en la cual especifique, fecha, direcciones, hora y responsable del levantamiento de las actas. Esta información deberá ser entregada a la Interventoría para la correspondiente verificación, una semana antes del inicio del levantamiento de dichas actas.

Las Actas de Vecindad deberán ser entregadas a la Interventoría. Lo anterior sin perjuicio que, por exigencia de la Interventoría o del FOPAE, el Contratista de la obra presente informes anteriores o posteriores correspondientes al levantamiento de Actas de Vecindad. Cada Acta de Vecindad, entregada a la Interventoría, deberá contener impresiones de las fotos originales.

El Contratista de la obra, a través de los responsables de la Gestión Social en obra o el Director, informarán a la comunidad: propietarios, residentes, dueños o administradores de establecimientos comerciales, sobre la realización de las Actas de Vecindad.

Si se presentare algún reclamo por averías en los inmuebles, la persona que se desempeñe como Residente Social organizará una comisión integrada por un ingeniero, un arquitecto y un profesional en el Área Social, la Interventoría, y una persona idónea y competente para tomar nuevas fotografías.

Esta comisión visitará el sitio y cotejará en campo la situación del momento con el registro fotográfico inicial, en presencia de la persona que haya interpuesto la queja o reclamo. El nuevo registro fotográfico buscará captar los mismos ángulos visuales del primero y se anexará al archivo.

Si se llegare a probar que por causa de la obra se ocasionó un daño en los inmuebles, se abrirá un folder con la respectiva documentación que respalde las medidas de compensación realizadas.

9.5.4. Convocatorias

Para cualquier invitación que se haga a la comunidad, el contratista lo hará a través de volantes de invitación, que serán entregados predio a predio, o en las Juntas de Acción Comunal, u organismos convocados, la especificación del volante la estipulará la entidad contratante.

9.5.5. Información en caso de actividades extraordinarias en desarrollo de la obra

En caso de ser necesario desarrollar actividades extraordinarias en la obra que afecten la cotidianidad de la comunidad aledaña a la misma, como la intervención forestal, la intervención de redes de servicios públicos que genere la suspensión de los mismos, planes de desvíos de las rutas de transporte público y cierre de vías, se deberá dar aviso a la comunidad afectada mediante volante informativo, con (3) tres días de anticipación.

La Interventoría y la entidad contratante definirán, dependiendo de la actividad, la metodología para la entrega de los volantes en cada una de las contingencias presentadas durante la ejecución de la obra.

9.5.6. Información sobre las etapas de la obra

El Contratista de la obra entregará puerta a puerta, los volantes informativos de inicio de obra a los predios ubicados en el área de influencia directa de cada una de las obras. Estos volantes se entregarán tres (3) días antes de la realización de la primera reunión de inicio de obra.

El contratista de la obra entregará puerta a puerta los volantes informativos de finalización de la obra a los predios ubicados en el área de influencia directa, al completarse el 90% de la etapa de construcción de la obra.

El Contratista de la obra demostrará la entrega de los volantes con el diligenciamiento del formato de entrega de volantes .

Cuando los Puntos Satélites escogidos no estuvieran siendo utilizados por otro Contratista, el Contratista del presente proyecto deberá realizar las gestiones correspondientes a la instalación y mantenimiento de los Puntos Satélites de Información descritas en el presente numeral.

9.5.7. Divulgación del plan de manejo de tráfico (PMT)

Es responsabilidad del Contratista de la obra suministrar información permanente a las comunidades directamente beneficiadas, sobre el Plan de Manejo de Tráfico, Señalización y Desvíos implementado por el Contratista, si fuere necesario. Tal información se debe difundir durante las Etapas de Preconstrucción y Construcción

9.5.8. Definición de piezas de comunicación

Como piezas de comunicación se tendrán las siguientes:

9.5.8.1. Afiches Informativos

Contienen información general sobre el proyecto, previamente definidos por el Contratista de la obra. Los afiches serán actualizados cada mes. El numero de afiches es de dos (2).

9.5.8.2. Volantes de Información

En estos volantes se describen los aspectos específicos de la obra, se distribuyen a la comunidad y se dejan en los Puntos Satélites de Información y en los Puntos CREA para que la comunidad tenga acceso a ellos.

Para efectos del presente proyecto son tres (3) los tipos de volantes: (i) volante de inicio de obra, (ii) volante de finalización de obra, (iii) volante de invitación a reunión.

9.5.8.3. Volantes de PMT

Son herramientas de información masiva que contienen información general del Proyecto y describen específicamente el Plan de Manejo de Trafico. (Si fuere necesario)

Las especificaciones de diseño de los avisos de los Punto CREA, de los volantes de información y de los volantes del PMT (si fuere necesario), deberán ser solicitadas por el Contratista a la entidad contratante, dentro de los cinco (5) primeros días del primer mes de la etapa de reconstrucción.

9.6. SUBPROGRAMA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO

9.6.1. Instalación del Punto de Atención al Ciudadano – Punto CREA

El Contratista de la obra deberá disponer de un (1) Punto de Atención al Ciudadano CREA, donde se realizarán las obras, este Punto deberá estar ubicado en cercanías del área afectada y funcionarán durante el período de ejecución de la obra y deberá ser instalado y acondicionado antes de iniciar la etapa de construcción.

En cada Punto CREA se establecerá un Sistema de Quejas y Reclamos, teniendo en cuenta que éstas se podrán presentar personal o telefónicamente. Se diligenciará diariamente el formato de quejas y reclamos, donde el Contratista de la

obra explique claramente la queja presentada por el ciudadano (a) y la solución dada a la misma.

Cuando la queja presentada sea de directa competencia del Contratista de la obra, éste deberá dar solución a la misma inmediatamente, quedando consignada en el respectivo formato de quejas y reclamos. Los casos en los cuales la inquietud o queja planteada por el ciudadano (a) no sea de competencia directa del Contratista, éste deberá remitirla a quien le competa haciendo el seguimiento a la respuesta y solución que se de a la queja o inquietud formulada. Esta gestión deberá quedar consignada en el formulario respectivo. La gestión que realice el contratista con relación a las quejas o reclamos presentadas se entenderán como solucionadas. Semanalmente en el informe Social que se entregue a la Interventoría deberá anexarse diligenciado dicho formulario

Los Puntos Crea deben estar equipados de la siguiente forma:

- ✓ Espacio de recepción
- ✓ Escritorio y silla para la persona encargada de la atención del Punto CREA.
- ✓ Computador
- ✓ Sillas para la atención a los usuarios con capacidad para 10 personas.
- ✓ Espacio adecuado para reuniones
- ✓ Cartelera
- ✓ Paleógrafo
- ✓ Tablero u otro elemento que cumpla igual función
- ✓ Marcadores, papel periódico para Paleógrafo.

- ✓ Cartulinas para carteleras.
- ✓ Buzón para sugerencias.
- ✓ Material impreso: Planos del proyecto, formato para la recepción de las sugerencias y quejas que presente la población (formato Guía de Manejo Ambiental)
- ✓ Medios de comunicación: Línea telefónica para uso exclusivo de recepción de llamadas realizadas por la población y cuenta de correo electrónico.

La atención a los ciudadanos en los Puntos CREA será en horario de cuatro (4) horas diarias durante los (5) cinco días hábiles de la semana y la atención telefónica deberá darse durante las ocho horas diarias.

En cada uno de los Puntos CREA, el Contratista deberá colocar los afiches que se produzcan en cumplimiento del presente Componente, así como las piezas de divulgación volantes.

9.7. PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD

9.7.1. Conformación Comité CREA.

Antes de iniciar la Etapa de Construcción de las obras, el residente social deberá establecer un (1) Comité CREA que estarán conformados por miembros de la comunidad que deseen participar, tales como líderes de la comunidad, ciudadanos o residentes ubicados en el área de influencia directa de las obras. Las personas interesadas en participar de estos comités se inscribirán en las reuniones de inicio de la obra, quedando registradas por el residente social.

El Residente Social se reunirá mensualmente con los Comités CREA para informar a los participantes el estado de avance de las obras, los cambios ocurridos

en la ejecución de las mismas; se identificarán las problemáticas manifestadas por los asistentes se ofrecerán alternativas y se implementarán actividades para la solución de las mismas.

Se levantará un acta de cada una de las reuniones, a cargo del Residente Social, quien a su vez la presentará en el informe Social que se presenta semanalmente.

Los integrantes de los Comités CREA, deberán ser miembros de la comunidad que deseen hacer parte de estos, habitantes, residentes o propietarios en el área de influencia directa, poseer negocio o industria en el sector, comprometerse a divulgar la información del proyecto, comprometerse a implementar alternativas de solución a los problemas identificados, así como del buen uso, cuidado y manteniendo del espacio público y del mobiliario urbano.

9.7.2. Talleres de sostenibilidad

Se realizarán tres talleres de sostenibilidad con los Comités CREA.

El Residente Social del Contratista de las obras deberá reunirse con el funcionario de la Oficina Asesora de Gestión Social del FOPAE para que éste haga entrega de los lineamientos para el desarrollo de los tres talleres de sostenibilidad.

- ✓ **Taller No. 1:** Uso y cuidado del espacio público y preservación del medio ambiente.

El Residente Social difundirá en este taller la importancia urbana de la obra, sus beneficios, e invitará a la comunidad al buen uso y preservación del medio ambiente: material vegetal existente en la zona, preservación del nuevo proyecto.

Se tendrán en cuenta elementos articuladores y estructuradores de la malla vial (corredores viales, equipamientos urbanos), ordenación de la vida urbana

(flujos vehiculares y peatonales, mobiliario urbano), estructura ambiental (material vegetal) y los nuevos usos que permitirá la obra. Se definirán tareas y compromisos para el buen uso y cuidado de la obra de espacio público.

- ✓ **Taller No. 2:** Uso y cuidado del espacio público y preservación del medio ambiente

Este taller servirá para realizar el seguimiento a las tareas definidas en el Taller No 1, se establecerán problemáticas de la obra y se definirán responsables y soluciones.

- ✓ **Taller No 3:** Evaluación y seguimiento

En este taller se realizará una evaluación final de las tareas definidas en las actividades anteriores, y se hará una entrega a la comunidad asistente del nuevo espacio público construido. El taller se desarrollará a través de un recorrido por la obra.

El Asistente Social realizará los tres talleres de sostenibilidad, dentro de los siguientes tiempos: Taller No. 1, veinte (20) días después del inicio de la Etapa de Construcción, Taller No 2 al cumplirse el 50% de la etapa de construcción y el Taller No 3 al completar el 90% de la etapa de construcción.

La residente social coordinará todas las actividades tendientes al desarrollo de los talleres de sostenibilidad, diseñará y elaborará el material pedagógico necesario para el desarrollo de los talleres contando con la aprobación de la entidad contratante y la Interventoría

9.7.3. Programa de capacitación a empleados y subcontratistas.

La capacitación que se dará a los empleados trabajadores y subcontratistas será responsabilidad del Contratista de obra y del Residente Social quien deberá programar, preparar y realizar las capacitaciones.

El contratista deberá garantizar que en todas las capacitaciones exigidas en el programa se entregue la información requerida y necesaria.

El Contratista de la Obra realizará, antes de iniciar cualquier tipo de actividad en la obra, a los empleados y trabajadores un (1) taller de capacitación de información y un (1) taller de capacitación para todos los empleados de las obras

Se tratarán los siguientes temas:

- ✓ Plan de Gestión Social : Punto CREA, Direcciones y Finalidad, Presentación del Residente Social, Uso de Elementos de Protección Personal, Procedimiento para la solicitud la dotación e implementos de protección personal en obra, Uso adecuado y obligatorio de cada uno de los elementos entregados, mantenimiento de los mismos y aseo, Elementos de Protección personal y Manual de identificación visual.
- ✓ Otros: Riesgos en obra (importancia de la señalización dentro de la obra), Disposición de basuras en obra, Documentos básicos que debe portar cada trabajador para poder ser atendido en caso de accidente

Para el registro de esta actividad el Contratista de la obra deberá diligenciar el formato Acta de Reunión y el formato de Control de Asistencia a reuniones.

El taller de capacitación se deberá realizar cinco (5) días antes del inicio de la etapa de Construcción.

9.7.4. Contratación de personal no calificado

El contratista de la obra deberá contratar por lo menos un 30% del personal no calificado para la obra, verificando que el domicilio de los mismos se encuentre en la localidad donde se encuentran localizada la obra; puede también recurrir al banco de Talentos del Departamento Administrativo de Bienestar Social del Distrito (DABS) o al Centro de Información para el empleo del SENA e identificar el personal allí inscrito que pertenezca a la localidad donde se realizan las obras.

9.7.5. Información de los subcontratistas

Los subcontratistas del Contratista de Obra y los que estos a su vez llegaren a contratar, al momento de firmar el contrato, deberán inscribir en la Oficina de Relaciones Laborales del Contratista el personal permanente que hace parte de sus equipos de trabajo, indicando nombre, identificación, cargo y oficio que desempeñarán.

Para que los aspirantes aseguren su vinculación laboral con el Contratista o con los subcontratistas de la misma, deberán cumplir con los requisitos exigidos para ocupar los puestos de trabajo que se demandan y de manera preferencial, residir en la localidad.

Para el lleno de las vacantes, la Residente Social presentará un informe en donde especifique:

- ✓ Número de vacantes por proveer
- ✓ Número de aspirantes, localidad de residencia.
- ✓ Número de contratados, localidad de residencia.
- ✓ Los resultados de esa relación los entregarán a la Interventoría.

El Contratista de la Obra llevará una planilla que registre esta circunstancia.

El Contratista de la Obra, entregará en cada comité Social el listado del personal no calificado (contratado directamente o por Subcontrato) que labora en la obra, indicando nombre, dirección, teléfono, ocupación y frente de obra donde está ubicado.

9.7.6. Dotación de implementos de trabajo

El Contratista de la obra dotará al personal contratado para la obra, de los implementos de trabajo o elementos de protección personal, tales como botas, overoles, y cascos.

9.8. DOCUMENTOS A ENTREGAR

Para registrar las labores de Gestión Social el Contratista de Obra deberá diligenciar los siguientes formatos, cuyo diseño debe implementar según las directrices de la entidad contratante o la interventoría: (i) Quejas y Reclamos, (ii) Acta de Reunión, (iii) Control de Asistencia a Reuniones, (iv) Control Entrega de Volantes y comunicados, (v) Registro de personal no calificado, (vi) Información a la comunidad, (vii) Registro de Integrantes al Comité CREA y (viii) Invitación a Reuniones.

El Contratista de la Obra deberá entregar la programación de todas las actividades de gestión social una (1) semana después de la firma del acta de inicio.

Quincenalmente, el Contratista de la Obra deberá entregar un informe en donde consigne la totalidad de las actividades desarrolladas en la quincena anterior a la presentación del informe.

9.9. COSTO

Teniendo en cuenta que la obra tiene una duración de 2.5 meses y que el residente social debe estar por lo menos 15 días antes y después de la construcción de las obras, se estima los costos de la gestión social en un valor de \$15.000.000 incluido el IVA para el talud norte y de \$30.000.000 incluido IVA para el talud sur.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de reconocimiento geológico y geotécnico, la zona de estudio está compuesta por depósitos de suelos residual, coluviones recientes y de origen antropogénico con espesores entre 1.0 y 1.5 m aproximadamente y rocas blandas compuestas por areniscas no muy consolidadas, de grano frecuentemente grueso y por capas de conglomerados menos abundantes; alternando con areniscas y conglomerados se encuentran arcillas rosadas.

Con base en los antecedentes y evolución del problema, en el sector objeto de estudio se generó el colapso de las obras de estabilidad existentes, afectando a tres viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera.

Como resultado de estos estudios se ratifica que la causa de los problemas en la zona se atribuyen a fenómenos de remoción en masa y a factores detonantes tales como: erosión hídrica, precipitación, el inadecuado manejo de las aguas servidas y como factores contribuyentes a la pendiente de la ladera escarpada correspondiente al 60% generando fallas rotacionales y trasnacionales en la zona norte y sur respectivamente.

De acuerdo con conversaciones sostenidas con funcionarios de la DPAE, se escogió como obras geotécnicas de mitigación la alternativa No.1 para la zona Norte y la alternativa No.2 para la zona Sur del talud objeto de estudio; esta se presenta a continuación:

- ✓ Retiro de los rellenos orgánicos, material rodado y reconformación del talud.
- ✓ Construcción de muros en gaviones en la pata del talud; este muro se prolonga a lo largo de toda la zona norte y en la zona sur donde se intervenga el talud; relleno y compactación de material seleccionado en el en espaldar de los gaviones.
- ✓ Empradización, construcción de cunetas y descoles para las escorrentías superficiales y drenes profundo para contrarrestar las presiones de poros hidrostáticas en la zona.

Para las realización de las obras en la Zona Norte (Alternativa No.1) es necesario ocupar parte de las áreas de los predios con dirección K 18L No.62^a-72 y K 18L No.62^a-76 cuyos propietarios son las Señoras Luz Mary García y María Delia Peña respectivamente según el Diagnostico Técnico DI-3032 estos predios están incluidos en el Programa de Reasentamiento de Familias Localizadas en Zonas de Alto Riesgo No Mitigable, Para la realización de las obras en la Zona Sur es necesario ocupar parte de las áreas del predio localizado en la Calle 62 B No. 18Q - 22 sur¹³, por lo que es necesario previo a la realización de las obras se recomienda que la entidad ejecutora realice la revisión de la situación jurídica de estos predios. Para la realización de las obras se debe tener en cuenta que los predios afectados deberán ser adquiridos por la entidad competente antes de comenzar con las obras

Con estas obras se pretende mejorar las condiciones de estabilidad local de los taludes y generar una protección de la ladera con un manejo adecuado de las aguas de superficie y profunda de igual manera el confinamiento que ejercen las estructuras propuestas contra el suelo natural.

¹³ Durante los trabajos de campo no se pudieron contactar los habitantes de esta vivienda.

Se deja en claro que el costo estimado de los predios se realizo con base a la visita no obstante la entidad competente deberá realizar el avalúo.

11. LIMITACIONES

Las recomendaciones dadas en este trabajo se basan en los resultados de los trabajos de investigación del subsuelo, los levantamientos geológicos en superficie y las características topográficas del sector de estudio; si durante los trabajos de construcción se llegan a encontrar características diferentes a las aquí mencionadas se deberá dar aviso a GEOCING LIMITADA, con el fin de verificar las hipótesis de diseño y las características topográficas del sector, y determinar si aplican para la época de realización de las obras.

GEOCING LIMITADA no se hace responsable de las interpretaciones que personas ajenas a la firma hagan del contenido de este informe ni de las consecuencias que de ello se derive.