

UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – UPES

ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DETALLADOS
DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA
FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA
DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL
BARRIO DANUBIO AZUL**

Contrato de Consultoría G-804-105-98

INFORME EJECUTIVO

Trabajo No. 1788
INGENIERÍA Y GEOTECNIA LTDA.
Ingenieros Consultores

Santafé de Bogotá D.C., julio de 1999

UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – UPES

ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DETALLADOS
DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA
FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA
DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL
BARRIO DANUBIO AZUL**

Contrato de Consultoría G-804-105-98

INFORME FINAL

Trabajo No. 1788
INGENIERÍA Y GEOTECNIA LTDA.
Ingenieros Consultores

Santafé de Bogotá D.C., julio de 1999

CONTENIDO DEL INFORME

I. INTRODUCCIÓN	1-1
1. Alcance	1-1
2. Descripción de actividades	1-1
3. Metodología	1-3
4. Levantamiento topográfico	1-4
5. Organización del informe	1-4
6. Personal	1-5
II. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA	2-1
1. Método del estudio geológico	2-1
2. Geología del área	2-1
2.1 Arenisca de la Regadera	2-1
2.2 Formación Usme	2-2
2.3 Depósitos cuaternarios	2-2
2.4 Relleno de Basuras	2-3
2.5 Tectónica	2-3
2.5.1. Sinclinal de Usme	2-3
2.6 Régimen de agua superficial	2-4
2.7 Agua subsuperficial	2-5
2.8 Resultados	2-6
3. Geomorfología del área	2-6
3.1 Zona de relieve abrupto	2-6
3.2 Zona de relieve ondulado	2-6
3.3 Zona plana	2-7
3.4 Cauce de la quebrada	2-7
3.5 Geoformas entre el cauce de la quebrada y las zonas plana y ondulada	2-7
III. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	3-1
1. Perforaciones	3-1
2. Ensayos de laboratorio	3-1
2.1 Ensayos para clasificación	3-1
2.2 Ensayos cuantitativos de resistencia y compresibilidad	3-1
2.3 Resumen de resultados	3-2
3. Características geotécnicas del subsuelo	3-2
3.1 Material del cauce de la quebrada	3-3

IV. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	4-1
1. Generalidades	4-1
2. Objetivos	4-1
3. Análisis de información	4-1
3.1 Cartografía	4-1
3.2 Información hidroclimática	4-1
3.3 Estudios Disponibles	4-4
4. Análisis de caudales máximos esperados	4-4
4.1 Morfometría	4-5
5. Análisis Hidráulico	4-6
5.1 Características geomorfológicas generales	4-7
5.2 Análisis hidráulico	4-7
5.3 Análisis de flujo gradualmente variado	4-8
6. Resumen de resultados hidráulicos	4-9
7. Estimación de socavación máxima esperada.	4-10
7.1 Socavación Lateral	4-12
V. ESTUDIO DE LOS ASPECTOS SOCIALES DE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTO	5-1
1. Objetivos y Metodología	5-1
2. Metodología	5-1
3. Técnicas de recolección de información	5-1
4. Ubicación geográfica espacial de la quebrada la olla del ramo	5-2
5. Caracterización socioeconómica	5-2
5.1 Viviendas y servicios	5-2
6. Aspectos demográficos	5-3
6.1 Procedencia	5-3
6.2 Propiedad	5-4
6.3 Educación	5-4
6.4 Seguridad Social	5-4
6.5 Actividad Económica	5-4
7. Nivel organizacional	5-5
8. Percepción del riesgo	5-5
VI. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA	6-1
1. Diagnóstico de la problemática	6-1
1.1. Determinación y estudio de los materiales involucrados	6-1
1.2 Delimitación de fajas del relleno	6-3
1.3 Análisis de estabilidad de taludes	6-4
1.4 Mecanismos de falla del terreno	6-5
2. Evaluación de la amenaza	6-6
2.1 Identificación y caracterización espacial y temporal de la amenaza	6-6
2.2 Resultados de la evaluación de la amenaza	6-8

VII. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	7-1
1. Metodología General	7-1
1.1 Vulnerabilidad física	7-1
1.2 Calificación de los daños	7-1
1.3 Solicitaciones de la amenaza	7-2
VIII. EVALUACIÓN DE RIESGO	8-1
1. Metodología general	8-1
2. Resultados de la evaluación del riesgo	8-1
IX. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN	9-1
1. Soluciones de Ingeniería	9-1
1.1 Aspectos básicos -generales y específicos- de las obras de mitigación.	9-1
2. Regularización de la quebrada	9-2
2.1. Cambio del terraplén por un pontón	9-2
2.2 Box-culvert bajo el terraplén de acceso	9-2
2.3 Protección marginal del cauce actual y pontón en lugar del terraplén	9-2
2.4 Protección marginal del cauce actual y box-culvert en el terraplén de acceso	9-3
2.5 Rectificación del cauce y construcción de un canal y box-culvert en el terraplén de acceso.	9-3
2.6 Rectificación del cauce y construcción de un pontón	9-3
2.7 Box-culvert completo	9-3
3. Análisis hidráulico de alternativas	9-3
4. Diseño del canal rectificado	9-4
4.1 Condiciones límite hidráulicas del canal	9-6
4.2 Competencia del cauce actual	9-6
4.3 Resultados del Diseño	9-7
5. Planteamiento general de alternativas	9-7
6. Análisis económico	9-10
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10-1
1. Aspectos sociales y ambientales	10-1
1.1 Crecimiento urbano incontrolado	10-1
1.2 Consideraciones socioeconómicas y ambientales	10-1
1.3. Principio de respuesta institucional	10-1
2. Recomendaciones	10-2
3. Sistema de alcantarillado	10-3
4. Propuesta de paisajismo y mejoramiento urbanístico	10-4
5. Aspectos estructurales- reducción de vulnerabilidad física de edificaciones	10-5

6. Mitigación del riesgo	10-6
6.1 Amenaza	10-6
6.2 Vulnerabilidad	10-7
6.3 Riesgo	10-8

ANEXOS

ANEXO A :	Estudios Previos en el área
ANEXO B:	Resultados de Encuestas de Evaluación
ANEXO C:	Características geotécnicas del subsuelo
ANEXO D:	Resultados de Análisis de Estabilidad de Taludes
ANEXO E:	Prediseño del Box-culvert
ANEXO F:	Especificaciones Técnicas de Construcción
ANEXO G:	Análisis de Precios Unitarios

LISTADO DE PLANOS

1. Topografía General y Localización de Perforaciones
2. Mapa Geológico
3. Secciones Geológicas
4. Mapa Geomorfológico
5. Secciones de Análisis para Estabilidad de Taludes
6. Mapa de Pendientes – Relieve
7. Zonificación por Tipos de Material
8. Procesos Degradacionales Existentes
9. Susceptibilidad ante Sismos
10. Susceptibilidad ante Lluvias
11. Mapa de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa
12. Mapa de Vulnerabilidad
13. Mapa de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa
14. Alternativa de Mitigación No. 4 - Rectificación de Cauce y Canal Revestido (Planta)
15. Alternativas de Mitigación No. 2 y 3 – Mejoramiento Parcial y Total de la Margen Derecha de la Zona de Estudio.
16. Alternativa de Mitigación No. 4 – Rectificación de Cauce y Canal Revestido. Alternativas de Mitigación No. 2 y 3 Mejoramiento Parcial y Total de la Margen Derecha. Secciones Transversales 1 a 6.
17. Alternativa de Mitigación No. 4 – Rectificación de Cauce y Canal Revestido. Alternativas de Mitigación No. 2 y 3 Mejoramiento Parcial y Total de la Margen Derecha. Secciones Transversales 7 A 12.
18. Alternativa de Mitigación No. 4 – Rectificación de Cauce y Canal Revestido. Alternativas de Mitigación No. 2 y 3 Mejoramiento Parcial y Total de la Margen Derecha. Secciones Transversales 13 a 18.
19. Alternativa de Mitigación No. 4 – Rectificación de Cauce y Canal Revestido. Alternativas de Mitigación No. 2 y 3 Mejoramiento Parcial y Total de la Margen Derecha. Secciones Transversales 19 a 21.
20. Mapa de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa (Post Medidas de Mitigación)
21. Mapa de Vulnerabilidad (Post Medidas de Mitigación)
22. Mapa de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa (Post Medidas de Mitigación)
23. Diseño Conceptual de Paisajismo y Mejoramiento Urbano.

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

- Figura 2-1: Mapa Geológico
Figura 2-2: Fotointerpretación

CAPITULO 3

- Figura 3-1: Variación de la Humedad Natural y los Limites de Atterberg
Figura 3-2: Carta de Plasticidad
Figura 3-3: Variación del Peso Unitario
Figura 3-4: Ensayo de Penetración Estándar - SPT
Figura 3-5: Variación de la Resistencia No Drenada
Figura 3-6: Variación del Angulo De Fricción
Figura 3-7: Envolvente de Mohr Coulomb- Material de Relleno
Figura 3-8: Envolvente de Resistencia - Arcilla arenosa

CAPITULO 4

- Figura 4-1: Zona de Estudio – Cuenca de la Quebrada La Olla del Ramo
Figura 4-2: Localización Estación Cantarrana
Figura 4-3: Precipitación Media Mensual
Figura 4-4: Temperatura
Figura 4-5: Evaporación
Figura 4-6: Humedad Relativa
Figura 4-7: Caudales Medios Mensuales
Figura 4-8: Caudales Mínimos Mensuales
Figura 4-9: Perfil Quebrada Olla del Ramo
Figura 4-10: Zonificación Pluviográfica Propuesta
Figura 4-11: Curva Intensidad Duración Frecuencia - Zona 7
Figura 4-12: Curva de Nivel Vs. Area Acumulada – Sección 3
Figura 4-13: Curva de Nivel Vs. Caudal – Sección 3.
Figura 4-14: Curva de Nivel Vs. Area Acumulada – Sección 4
Figura 4-15: Curva de Nivel Vs. Caudal – Sección 4
Figura 4-16: Curva de Nivel Vs. Area Acumulada – Sección 15
Figura 4-17: Curva de Nivel Vs. Caudal – Sección 15.
Figura 4-18: Curva de Nivel Vs. Area Acumulada – Sección 18
Figura 4-19: Curva de Nivel Vs. Caudal – Sección 18.

CAPITULO 6:

- Figura 6-1: Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 2.
Figura 6-2: Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 9 (falla superficial).
Figura 6-3: Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 9 (falla por el contacto).
Figura 6-4: Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 12.
Figura 6-5: Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 15.
Figura 6-6: Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 18 (falla superficial).

Figura 6-7 Análisis de Estabilidad de Taludes – Sección 18 (falla por el contacto).

CAPITULO 7

Figuras 7-1 a 7-6: Resumen de resultados de encuestas de evaluación de daños.

CAPITULO 9

- Figura 9-1: Perfil Alternativa Canal
- Figura 9-2: Canal rectificado sobre sección 3.
- Figura 9-3: Canal rectificado sobre sección 4.
- Figura 9-4: Canal rectificado sobre sección 15.
- Figura 9-5: Canal rectificado sobre sección 18.
- Figura 9-6: Protección aguas arriba del canal.
- Figura 9-7: Entrega del canal a la quebrada.
- Figura 9-8: Revestimiento de canal afluente a la quebrada Olla del Ramo (La Fiscala).
- Figura 9-9: Zanja de coronación.

CAPITULO 10

- Figura 10-1: Sistema de Alcantarillado a Canal
- Figura 10-2: Mejoramiento de Condiciones Estructurales
- Figura 10-3: Zonificación de área por tipo de materiales (post-medidas de mitigación).
- Figura 10-4: Zonificación de Area de Estudio Procesos Degradacionales (post-medidas de mitigación).
- Figura 10-5: Zonificación del Area de Estudio Susceptibilidad por Sismos (post-medidas de mitigación).
- Figura 10-6: Zonificación del Area de Estudio Susceptibilidad por Lluvias (post-medidas de mitigación).

LISTADO DE CUADROS

CAPITULO 4

- Cuadro 4- 1 Caudales mensuales quebrada Olla del Ramo.
- Cuadro 4- 2 Sección 3 - Relaciones H vs Q y Niveles de agua para diferentes períodos de retorno.
- Cuadro 4- 3 Sección 4 - Relaciones H vs Q y Niveles de agua para diferentes períodos de retorno.
- Cuadro 4- 4 Sección 15 - Relaciones H vs Q y Niveles de agua para diferentes períodos de retorno.
- Cuadro 4- 5 Sección 18 - Relaciones H vs Q y Niveles de agua para diferentes períodos de retorno.
- Cuadro 4- 6 Cálculo del perfil del flujo gradualmente variado.
- Cuadro 4- 7 Comportamiento de los niveles de la quebrada en condiciones naturales para diferentes periodos de retorno.
- Cuadro 4- 8 Cálculo de Socavación.

CAPITULO 5

- Formato de Encuesta para Caracterización socio económica y percepción de riesgo en área de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo.

CAPITULO 6

- Cuadro 6-1 Análisis de Estabilidad de Taludes para Condiciones Promedio de Parámetros Geotécnicos – Indice de Figuras y Resumen de Resultados.
- Cuadro 6-2 Análisis de Estabilidad de Taludes para determinar Zonas de Igual Solicitaciones – Indice de Figuras y Resumen de Resultados.
- Cuadro 6-3 Análisis de Estabilidad de Taludes para las Etapas de Construcción y Condición Final – Indice de Figuras y Resumen de Resultados.

CAPITULO 9

- Cuadro 9-1: Cantidades de Obra y Presupuesto – Obras de Mitigación.
- Cuadro 9-2: Cantidades de Obra y Presupuesto – Obras de Paisajismo y Mejoramiento Urbano.

CAPITULO 10

- Cuadro 10-1: Cantidades de Obra y Presupuesto – Obras de Mitigación de la Alternativa Recomendada.
- Cuadro 10-2: Prediseño del Sistema Sanitario.

UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – UPES
ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

**ESTUDIO GEOTÉCNICO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y
DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN
TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA
LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO EL DANUBIO AZUL**

INFORME FINAL

I – INTRODUCCIÓN

1. ALCANCE

En este informe se presentan los resultados del estudio efectuado por Ingeniería y Geotecnia Ltda. Dentro del Contrato de Consultoría UPES-IGL G-804-105/98 relacionado con el Estudio Geotécnico, Alternativas de Mitigación y Diseños detallados de las Obras Recomendadas para estabilizar un tramo de la franja de ronda por la margen derecha de la Quebrada La Olla del Ramo en inmediaciones del barrio El Danubio Azul.

Este barrio está localizado en la zona sureste de Bogotá, entre las carreras 1A y 4B Este y entre la Diagonal 53 Sur y la Calle 58 Sur. La parte del barrio que ha intervenido la ronda de la quebrada, y en la cual se centró el presente estudio se localiza entre las carreras 3 Este y 4B Este y las calles 58 Sur y 55 Sur. El acceso al barrio se produce por la calle 58 Sur, la cual cruza la quebrada por medio de un terraplén de condiciones precarias bajo el cual pasan las aguas por una alcantarilla de 0,60 m de diámetro que a primera vista es insuficiente para los caudales que se presentan en períodos lluviosos.

El estudio considera la evaluación de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa únicamente. No se considera el efecto que pueda generar un evento sísmico en las viviendas de la zona, aunque se dan algunas recomendaciones para reducir la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona.

El trabajo se ejecutó en un todo de acuerdo con los términos del contrato mencionado y atendiendo siempre las indicaciones u observaciones hechas por la U.P.E.S a través de los Ings. Javier Pava y Danilo Ruiz Plazas, principalmente, y por el grupo de Ingenieros y Geólogo de la Interventoría, a cargo de la firma Análisis Geotécnicos Colombianos AGC Ltda., encabezado por el Ing. Alvaro J. González García e integrado por los Ings. Javier Millán, Edgard R. Barbosa, Ciro Parrado, Gustavo Silva Medina y el Geól. Edgar Forero.

2. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

El método de trabajo adoptado para el desarrollo del estudio abarcó la realización de las siguientes actividades:

- a) **Recopilación y análisis de información existente:** se reunió y consultó la información disponible sobre cartografía, fotografías aéreas, registros hidrometeorológicos y climáticos, mapas geológicos y de suelos y planos topográficos con la localización de obras civiles, vivienda e infraestructura del área, en entidades como el IGAC, IDEAM, INGEOMINAS, EAAB, EEB, la información sobre estudios anteriores suministrada por la UPES y los archivos de INGENIERÍA Y GEOTECNIA LTDA. En los capítulos correspondientes a cada tema se presenta la relación detallada de dicha información.

Como parte de la información existente se destaca el Estudio de Suelos y Cimentaciones para las Estructuras Hidráulicas de la Quebrada La Olla del Ramo en el sector de la Ladrillera Santafé, realizado por IGL para la EAAB en noviembre de 1998.

- b) **Reconocimiento de la zona:** se efectuó un reconocimiento detallado del área de estudio por parte de especialistas en Geotecnia, Geología e Hidráulica durante el cual se adelantaron las siguientes labores principales:

- Evaluación geológica general del área.
- Identificación de fenómenos geológicos de mayor relevancia e incidencia en los fenómenos de erosión y remoción en masa que se han presentado.
- Identificación de las diferentes formaciones y materiales, disposición de estratos, depósitos cuaternarios, afloramientos rocosos, corrientes y afloramientos de agua.
- Sectorización geomorfológica.
- Definición de sitios de exploración del subsuelo.
- Observaciones relativas al comportamiento hidráulico de la quebrada en el tramo de estudio.
- Identificación de elementos en riesgo por fenómenos de remoción en masa.

- c) **Levantamiento topográfico:** la base cartográfica para la elaboración de mapas y análisis de los problemas estudiados se obtuvo mediante un levantamiento topográfico que se describe en detalle en el numeral 4 del presente capítulo.

- d) **Exploración del Subsuelo y Ensayos de Laboratorio:** Se ejecutaron perforaciones, pruebas de campo, toma de muestras y ensayos de laboratorio para la caracterización geotécnica de los materiales del área, cuyos resultados se describen en detalle en el capítulo 3.

- e) **Formatos de evaluación de daños y encuesta socioeconómica:** Mediante la ejecución de una encuesta por Ingenieros y Auxiliares de Ingeniería, se llenaron formatos suministrados por la Interventoría sobre evaluación de daños en edificaciones. Se efectuó una visita al área por parte de una Socióloga quien realizó una encuesta por medio de un formato especial para recolección de información sobre la percepción por la comunidad e implicaciones sociales de los problemas estudiados.

f) Análisis, planteamiento de alternativas, e Informe Final

Con toda la información recolectada se procedió a la definición de los mecanismos de falla, análisis de amenaza vulnerabilidad y riesgo y planteamiento de alternativas de mitigación como se describe en diversos capítulos de este informe.

Luego de varias reuniones con profesionales de la UPES y del Grupo de Interventoría se escogió una alternativa sobre la cual se efectuaron diseños detallados con las respectivas cantidades de obra y especificaciones de construcción.

3. METODOLOGÍA

En el desarrollo del estudio y la elaboración de este informe final se siguió en alto grado la metodología para estudio de riesgo por fenómenos de remoción en masa, contenida en las siguientes publicaciones:

- Cantillo Rueda, Carlos Héctor (1998) “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Movimientos en Masa a Escala Local”. Trabajo final de la especialización en Evaluación de Riesgos y Prevención de Desastres, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales CEDERI, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, Bogotá.
- Millán López, Javier Antonio (1998), “Lineamientos Metodológicos para la Evaluación de la Amenaza por fenómenos de Remoción en Masa”. Proyecto de Grado como requisito parcial para optar al título de Magister en Geotecnia, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Soler S., Flavio F., González G., Alvaro J. y Vesga M. Luis F. (1999) “Metodología para Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá”. XI CPMSIF, Foz de Iguazú, Brasil.

Aparte de estas referencias básicas se consultaron diversos trabajos de autores colombianos y extranjeros, entre los primeros varios escritos por el Director del presente estudio e informes sobre estudios de deslizamientos llevados a cabo por Ingeniería y Geotecnia Ltda.

La metodología planteada por Cantillo (1998) busca evaluar el “riesgo asociado a fenómenos de remoción en masa en un contexto de tiempo-espacio, correspondiente a un sistema territorial compuesto por subsistemas interrelacionados e interdependientes que son básicamente el subsistema físico y el subsistema sociocultural de la comunidad usuaria de ese espacio en el periodo de tiempo en consideración. Para la evaluación del riesgo se siguen las siguientes etapas básicas (las cuales se describen en detalle en los capítulos correspondientes):

- Definición del estudio.
- Análisis de contexto.

- Evaluación de la amenaza.
- Evaluación de vulnerabilidad.
- Evaluación de riesgo.
- Análisis de sensibilidad.
- Recomendaciones.

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La base cartográfica necesaria para el desarrollo del estudio se obtuvo a partir de un levantamiento topográfico de la zona ejecutado en diciembre de 1998 por el Topógrafo Hernando Buitrago. Las mediciones topográficas se ejecutaron por medio de una radiación a partir de los vértices de una poligonal cerrada.

El levantamiento fue amarrado a coordenadas reales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), amarrando la poligonal cerrada a los siguientes puntos de apoyo de la red geodésica de segundo orden establecida por el IGAC:

NOMBRE DEL PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
CD-764	94322.612	95163.948	2570.786
CD-765-A	94065.685	95203.739	2573.187

Nota: las coordenadas de los mojones de referencia no alcanzan a aparecer en el plano No. 1, por la escala empleada, razón por la cual solo se incluye la tabla anterior en la parte inferior de dicho plano como referencia.

5. ORGANIZACIÓN DEL INFORME

El informe se compone de 10 Capítulos y 7 Anexos con el siguiente contenido:

- | | | | |
|----------|---|---|--|
| CAPÍTULO | 1 | - | Introducción |
| | 2 | - | Estudio geológico y geomorfológico del área |
| | 3 | - | Exploración del subsuelo y caracterización geotécnica |
| | 4 | - | Estudio Hidrológico e Hidráulico |
| | 5 | - | Estudio de los aspectos sociales de la amenaza por deslizamiento |
| | 6 | - | Evaluación de la amenaza |
| | 7 | - | Evaluación de la vulnerabilidad |
| | 8 | - | Evaluación del riesgo |

- 9 - Planteamiento de alternativas de mitigación
- 10 - Conclusiones y Recomendaciones

- ANEXO
- A - Estudios previos en el área.
 - B - Resultados de encuestas de evaluación.
 - C - Características geotécnicas del subsuelo.
 - D - Resultados de Análisis de Estabilidad de Taludes.
 - E - Prediseño del box-culvert.
 - F - Especificaciones Técnicas de Construcción.
 - G - Análisis de precios unitarios.

6. PERSONAL

Participaron en las diversas fases y componentes del estudio los siguientes profesionales y auxiliares:

Dirección del estudio y evaluación geotécnica	Ing. Manuel García López
Coordinación técnica y analítica	Ing. Hugo Ernesto Acosta M.
Geología y geomorfología	Geól. Especialista Ramón Acosta Lizarazo
Estudio socioeconómico	Socióloga Rosalba Ardila Tecnóloga en Sistemas Ruth Nayibe Rodríguez
Estudio Hidrológico e Hidráulico	Ing. Especialista Carlos Barragán Medina
Supervisión de investigaciones de campo	Ing. Edilberto Granados
Análisis de precios unitarios y coordinación administrativa	Ing. Alfredo Isaza Villa
Análisis de estabilidad de taludes	Ing. Jorge H. Romero
Estimativo de cantidades de obra y presupuesto	Ing. César A. Palomino
Manejo de sistemas de información geográfica, dirección cartográfica y de digitalización	Arq. Frankli Fuentes Vega Arq. Norma Paola Cañón G.

Asesoría en análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.	Ing. Flavio F. Soler S.
Asesoría en Ingeniería Estructural	Ing. Harold Taylor P.
Asesoría en el estudio paisajístico y de mejoramiento urbanístico	Arq. Roberto Santos
Geología de campo	Geól. Mónica Bernal
Elaboración de cartografía por computador	Srs. Oscar A. Parra y Miguel E. Bautista
Digitación de informes	Sra. Olga Lucía Aponte Avila
Dibujo de mesa:	Sras. María Mercedes Rodríguez y Cecilia Núñez Tello
Auxiliares de Ingeniería	Srs. Francisco Alonso Cortés Franco Giovanni Alvarado Gutiérrez.

II – ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO DEL AREA

1. METODO DEL ESTUDIO GEOLOGICO

Durante el estudio y evaluación de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo en el barrio Danubio Azul, se aplicó la siguiente metodología:

- Se consultó y adquirió información aerofotográfica del área disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Se efectuó la interpretación de aerofotografías tomadas entre 1961 y 1995, Vuelo M-1142 de diciembre 61, escala 1:60.000 y Vuelo C-2612 de 1995 a escala 1:55.000 (Ver la Figura 2-2).
- Se efectuó en diciembre de 1998 un levantamiento de campo con el objeto de determinar las condiciones actuales del barrio Danubio Azul y en especial de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo.
- Se localizó la información obtenida en planchas topográficas elaboradas en el mes de enero de 1999 con datos del levantamiento realizado.

2. GEOLOGIA DEL AREA

En la zona del barrio Danubio Azul aparecen las siguientes unidades estratigráficas (Ver la Figura 2-1):

- 1- Arenisca de La Regadera en la parte oriental y en el límite con el barrio La Fiscala.
- 2- La Formación Usme en la parte baja y a lo largo de la quebrada Olla del Ramo.
- 3- Relleno de material lacustre, suelo orgánico y restos de ceniza volcánica.

Recientemente los habitantes del barrio y otros vecinos han efectuado un relleno de escombros de construcción y basuras en la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo. En los Mapas No. 2 y 3 se presentan los resultados del estudio geológico.

2.1- Arenisca de La Regadera (Tar)

E. Hubach en 1957 dio el nombre de “Arenisca de La Regadera” a un espeso nivel de areniscas con intercalación de arcillas que afloran al SE de la ciudad de Santafé de Bogotá, en proximidades del Embalse de La Regadera. En 1963 Julivert redefinió esta unidad.

La Arenisca de La Regadera está constituida por un grupo de estratos gruesos resistentes de arenisca cuarzosa de grano medio a conglomerático, con delgadas intercalaciones de arcillas rosadas a rojizas en la parte media. En la parte baja se presentan niveles de arenisca cuarzosa conglomerática con estratificación cruzada.

Al oriente del barrio Danubio Azul la Arenisca de La Regadera forma una zona de relieve prominente constituida por estratos de arenisca friable, arcósica de color amarillo grisoso a verdoso, de grano medio a fino, con intercalaciones de arenisca ferruginosa en láminas muy delgadas e intercalaciones de arcillas de color blanco a rosado buzando N20W 35° NE. Esta zona ha sido explotada como fuente de arena para construcción y arcilla para la fabricación de ladrillo.

Esta formación se extiende en dirección noroeste desde las proximidades del embalse de La Regadera hasta los barrios Santa Lucía y San Carlos al sureste de Bogotá. La sección típica se presenta en la cercanía al embalse mencionado, al sur de Usme donde esta unidad presenta un espesor de 120 metros. Hacia el noroeste la Arenisca de La Regadera alcanza su máximo espesor al oeste del cerro Juan Rey.

La Arenisca de La Regadera reposa en forma concordante sobre la Formación Bogotá; debido a la ausencia de fósiles su edad no ha podido ser determinada.

2.2- Formación Usme (Tsu)

E. Hubach en 1957 describió la Formación Usme y Julivert en 1965 redefinió la unidad limitándola a la sucesión arcillosa.

En la formación Usme se notan dos niveles, el inferior conformado por lutitas de color gris claro a gris verdoso y el superior constituido por arcillas de color amarillo a rosado blancuzco, con intercalaciones lenticulares de arenisca de grano grueso a conglomerático.

La Formación Usme se extiende desde el sur de la localidad de Usme hacia el noroeste hasta los barrios Santa Lucía y San Carlos al sureste de Bogotá, conformando el núcleo del sinclinal de Usme. En el valle del río Tunjuelito al sureste de Bogotá está cubierta por depósitos aluviales y coluviones presentándose afloramientos esporádicos cerca al cauce del río y en las explotaciones de arcilla para la fabricación de ladrillo.

La Formación Usme reposa en forma concordante sobre la Arenisca de La Regadera y está cubierta en forma discordante por depósitos recientes aluviales y coluviales. En el barrio Danubio Azul aflora en la margen izquierda de la Quebrada Olla del Ramo. Se trata de arcillas gris-amarillosas, subhorizontales, ocasionalmente con grietas y fracturas verticales y sujeta a erosión en surcos y cárcavas. Hacia el sur la Formación Usme es explotada como fuente de arcilla para la fabricación de ladrillo

2.3- Depósitos cuaternarios (Q)

En la parte plana se observa un relleno natural reciente constituido por estratos horizontales de arena gris amarillenta de grano fino. Sobre este material se presenta una capa de suelo orgánico (húmico) de color gris muy oscuro a negro con gran cantidad de fragmentos vegetales especialmente restos de hojas y raíces. Localmente se observan delgadas capas de ceniza volcánica.

Los depósitos recientes se presentan en la zona plana al noroeste y sur de la quebrada Olla del Ramo. Estos depósitos cubren en forma aparentemente concordante las arcillas de la Formación Usme tal como se observa en la explotación de Ladrillera Santa Fé.

Depósito aluvial (Qal)

El depósito aluvial que se presenta en el lecho del cauce de la quebrada Olla del Ramo desde el oriente del barrio El Danubio Azul hasta el terraplén de acceso al barrio, está formado por capas lenticulares de arenas no consolidadas y limos arcillosos, producto de la erosión y transporte hídrico de fragmentos y clastos provenientes de areniscas friables y arcillolitas y limolitas de la Formación Arenisca de la Regadera especialmente.

2.4- Relleno de Basuras (Rb)

Recientemente se ha efectuado un relleno de escombros sobre las pequeñas depresiones y el talud de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo.

El relleno está formado por fragmentos y escombros de demoliciones y sobrantes de construcción y gran cantidad de basuras con alto contenido de plástico y otros materiales no biodegradables. Como se nota el relleno de basuras se efectuó sobre la zona de la ronda de la quebrada Olla del Ramo y algunos vecinos posteriormente lo invadieron y construyeron habitaciones sobre el mismo.

2.5- Tectónica

La Sabana de Bogotá está conformada por una serie de pliegues asimétricos de dirección noroeste a noreste algunos limitados por fallas inversas de bajo ángulo. En general los sinclinales son amplios, más definidos y continuos resaltados generalmente por la presencia de materiales duros (areniscas) que constituyen unidades de gran continuidad destacables en el terreno.

El barrio Danubio Azul localizado al SE de la ciudad de Santafé de Bogotá ocupa el flanco oriental del sinclinal de Usme.

2.5.1- Sinclinal de Usme

Es el pliegue más notorio del extremo sureste de la Sabana de Bogotá extendiéndose desde los barrios San Carlos y Santa Lucía hacia Usme y el embalse de La Regadera.

El sinclinal de Usme es un pliegue asimétrico de rumbo norte y los flancos están formados por la Arenisca de La Regadera y las unidades litoestratigráficas más antiguas, en tanto que el núcleo está constituido por la Formación Usme (Tsu) y los depósitos recientes del cuaternario.

El núcleo del sinclinal de Usme ocupa gran parte de la zona de suave relieve que se extiende desde el barrio La Fiscala hacia el río Tunjuelito. La parte central de este pliegue ha sido explotada durante las últimas cuatro décadas para la extracción de arcillas en la elaboración de tejas y ladrillo por “Ladrillera Santa Fe”.

El flanco oriental del sinclinal de Usme se nota claramente desde el alto de Juan Rey en dirección norte hacia el barrio Veinte de Julio en el sur de la ciudad.

El sinclinal de Usme aparentemente está afectado por pequeñas fallas transversales que causan un ligero desplazamiento de las unidades litológicas y variación en el ángulo de buzamiento.

2.6 Régimen de agua superficial

El área del barrio Danubio Azul localizado al sur de la ciudad de Bogotá presenta una pluviosidad media anual de 1413 mm con máximo de 194 mm a mediados del año (julio). El área presenta un aspecto ligeramente semiárido y toda la precipitación fluye superficialmente en dirección a la quebrada Olla del Ramo, único drenaje superficial del sector.

Considerando que la cobertura de material reciente ubicada en la margen derecha, está constituida principalmente por material fino (limo) y fragmentos de escombros de construcción que se han depositado en la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo, la cantidad de escorrentía superficial que se infiltra tanto en el material cuaternario como en el relleno de basuras es mínima. Este hecho se debe principalmente a la baja permeabilidad del material cuaternario (limos, arcillas y cenizas volcánicas) y a la compactación que se produce en el relleno de basuras por parte de los habitantes del lugar.

El comportamiento del agua de escorrentía antes de la construcción del relleno de la margen derecha en el barrio Danubio Azul se puede deducir del comportamiento de la margen izquierda de la quebrada Olla del Ramo.

En la margen izquierda se observa que el proceso de erosión y formación de cárcavas es muy activo tanto en los materiales recientes de la zona plana (limos, arcillas y cenizas volcánicas), así como en el material del sustrato constituido principalmente por capas blandas subhorizontales de arcillas y limos de la Formación Usme. Los estratos de la Formación Usme tal como se observa en la margen izquierda de la quebrada están afectados por diaclasamiento vertical, con algunas discontinuidades abiertas que forman verdaderas fracturas. Estas discontinuidades controlan la creación de surcos de erosión en una fase inicial y la evolución a fracturas y posteriormente a cárcava es solo cuestión de tiempo. La baja cohesión de los materiales (limos y arcillas) mencionados favorece una alta erodabilidad a lo largo de diaclasas originando un surco de erosión, que progresa principalmente en sentido vertical y en menor grado en sentido horizontal llegando a constituir una cárcava. El curso de la quebrada Olla del Ramo es la principal cárcava del sector y esta orientada en dirección este-oeste. Esta misma tendencia se observa en la margen izquierda en el diaclasamiento paralelo a la dirección de la quebrada.

Además del carcavamiento producido en los estratos de la Formación Usme se observa en la margen izquierda de la quebrada que existe volcamiento y colapso de material. Este fenómeno es producido por socavación lateral del cauce durante época de grandes crecientes, cuando el cauce eroda lateralmente y socava la base del talud. Debido al buzamiento casi horizontal se forman puentes de roca o bloques diaclasados los que al presentarse una nueva creciente sufren otra vez socavación de la base del talud. En estas condiciones el bloque falla por socavación o colapso al igual que el puente de roca. Este fenómeno es muy notorio en la confluencia del cauce de aguas negras de la quebrada Olla del Ramo, al oriente del barrio Danubio Azul.

Sin embargo, el principal problema de aguas superficiales en el barrio Danubio Azul es el producido por el manejo deficiente de aguas negras provenientes de las habitaciones que carecen de alcantarillado, y están ubicadas en el relleno de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo, entre la Calle 56 Sur y 57Sur principalmente. Las aguas negras son conducidas por mangueras de caucho o PVC y la entrega se realiza en la parte alta del talud por lo cual parte de estas aguas saturan la parte alta frontal y parte eroda la pendiente creando un surco de erosión desde la entrega hasta el borde de la quebrada. Hay que anotar que se observó un pequeño deslizamiento reciente entre la entrega de uno de estos “alcantarillados domésticos” y el cauce de la Olla del Ramo al oriente de las perforaciones P4, P5 y P6.

2.7 Agua subsuperficial

El régimen de agua subsuperficial en la zona de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo presenta un comportamiento muy curioso según se deduce de los datos de los sondeos realizados en el presente estudio y de los datos de un estudio anterior ejecutado para la E.A.A.B.

En el Plano No. 1 se observa la ubicación de los sondeos S-3, S-4 y S-5 en la parte occidental P-1, P-2 y P-3 en la parte oriental y P-4, P-5, P-6, P-7 y P-8 en la parte central del barrio Danubio Azul.

De acuerdo con los datos de perforación se reportó la posición del nivel freático, así (ver el capítulo III):

Perforación	Profundidad N.F.	Zona
P-1	1.4 m	Sector Oriental Danubio Azul
P-2	2.6 m	Sector oriental Danubio Azul
S-3	3.2 m	Sector Occidental Danubio azul
S-4	3.5 m	Ladrillera Santa Fe

Es evidente de los datos mencionados que se presenta el nivel freático al oriente del barrio Danubio Azul exactamente al occidente del caño de aguas negras que desemboca a la quebrada Olla del Ramo. De la perforación P-3 hacia el oeste no se reporta la posición del nivel freático sino en los sondeos S-3 y S-4 localizados muy cerca al cauce de la quebrada Olla del Ramo en el extremo occidental del Barrio Danubio Azul.

Considerando que la Formación Usme está constituida por rocas sedimentarias de grano muy fino, porosas y de muy baja permeabilidad, se puede concluir que el agua presente del nivel freático de las perforaciones P-1 y P-2 y S-3 y S-4 se debe a recarga lateral producida por las aguas del caño de aguas negras en el oriente y las aguas de la quebrada Olla del Ramo en el occidente.

2.8 Resultados

De acuerdo con las observaciones efectuadas sobre aerofotografías y posterior reconocimiento de campo la ronda de la quebrada Olla del Ramo presentaba una morfología de cárcavas en ambas márgenes; además la zona del cauce y ronda de la quebrada estaba muy bien definida. En la verificación de campo se observó además que en la margen izquierda de la Olla del Ramo y un cauce tributario que confluye cerca al terraplén de acceso al barrio se nota alta fracturación vertical en los sedimentos de la Formación Usme, produciéndose fenómenos de volcamiento y caída de bloques los cuales son muy claros en la margen izquierda de la Olla del Ramo en el extremo occidental del barrio Danubio Azul.

Se nota además que como resultado del relleno de basuras efectuado por los vecinos del sector, el cauce de la Olla del Ramo ha divagado hacia el sur y que una quebrada menor, que desemboca en el extremo oriental del barrio, ha sufrido un notable cambio, resultado del relleno incontrolado de basuras. Los cambios en el cauce ya mencionado han incrementado los problemas de erosión lateral tal como se observa en el oriente en la confluencia de un cauce menor de aguas negras y la Quebrada Olla del Ramo.

3- GEOMORFOLOGIA DEL AREA

El extremo sureste de Bogotá presenta una morfología muy típica donde contrastan notoriamente las geoformas de la “Arenisca de La Regadera” y el suave relieve disectado de la Formación Usme y los depósitos recientes del Cuaternario, así como el cauce de la quebrada Olla del Ramo.

En el barrio Danubio Azul se observan las siguientes geoformas (ver el Mapa Geomorfológico en el Plano No. 4):

3.1- Zona de relieve abrupto (Zra)

Se presenta esta geoforma hacia el norte y el oriente del barrio Danubio Azul. Se trata de una serranía baja (del orden de 20 a 50 metros de altura) de dirección noroeste formada por rocas sedimentarias (areniscas con intercalaciones de arcillas). Esta geoforma ha sido explotada como fuente de arena y arcilla y presenta localmente procesos de inestabilidad tales como caída de grandes bloques y masas de arenisca, surcos incipientes de erosión y pequeños deslizamientos. Estos fenómenos se observan al oriente del barrio Danubio azul pudiendo afectar algunas viviendas del barrio La Fiscala.

3.2- Zona de relieve ondulado (Zro)

Se presenta una zona de relieve ondulado al oriente del barrio Danubio Azul en las cercanías al barrio La Fiscala. Esta zona de relieve coincide con el límite geológico entre un grueso paquete de areniscas que forma la zona de relieve abrupto y la zona de relieve plano de la Sabana de Bogotá.

En la zona de relieve ondulado se presentan capas de arcillas de color violáceo a amarillento y arenas friables en la confluencia de la cañada que desciende de la Fiscala y la quebrada Olla del Ramo.

En la zona de relieve ondulado predominan los fenómenos erosivos especialmente causados por acción hídrica (erosión ascendente y socavación lateral, tal como se aprecia en la cañada de aguas negras y en las márgenes y lecho de la quebrada Olla del Ramo.

3.3- Zona Plana (Zp)

La zona plana localizada entre el río Tunjuelito y la serranía baja ocupa gran extensión en la cual se ubica el barrio Danubio Azul. En esta zona el sustrato está formado por sedimentos de la Formación Usme (arcillas con lentes de arena) y superficialmente cubierta por una capa de humus y un estrato de ceniza volcánica de color gris.

La zona plana ha sido intervenida notablemente durante las últimas décadas para la obtención de arcillas usadas en la fabricación de teja y ladrillo. Sin embargo, la intervención más clara de esta zona se observa entre la margen derecha y el cauce actual de la quebrada Olla del Ramo en el barrio Danubio Azul, donde se ha creado un relleno de escombros y basuras.

3.4- Cauce de la quebrada (Zca)

La Quebrada Olla del Ramo fluye en dirección oeste desde la parte alta del barrio La Fiscala, pasa por el sur del barrio Danubio Azul para finalmente confluir en el río Tunjuelito al oeste de la explotación de Ladrillera Santa Fe.

La parte del cauce está formada por la corriente permanente que desde hace unos años está constituida por aguas negras en forma permanente y una parte de escorrentía superficial durante las épocas de lluvias. El material del lecho del cauce originalmente formado por una mezcla de arcilla, limo y arena muestra ahora un alto contenido de restos de escombros y plásticos provenientes del relleno que realizan los habitantes del barrio en la margen derecha.

Debido al permanente acopio de basuras en la margen derecha entre las calles 56 y 57 el curso de la quebrada ha sufrido una desviación hacia la orilla izquierda llegando casi a cerrar el cauce y el flujo de aguas negras. En este sentido es preocupante tanto el colapso de material de la margen izquierda, como el comportamiento de los rellenos de la margen derecha que tienden a represar el cauce.

3.5- Geformas entre el cauce de la quebrada (Zca) y las zonas plana (Zp) y ondulada (Zro)

Las geformas existentes entre el cauce actual y la zona plana y la zona ondulada (Zro) son desde el punto de vista geomorfológico las más importantes y se anotan a continuación:

Zona de cárcavas (Zc)

En la margen izquierda de la quebrada Olla del Ramo se presenta una zona de cárcavas (Zc) la cual se desarrolla en las rocas sedimentarias blandas de la Formación Usme.

La zona muestra los efectos de una severa erosión hídrica la cual abarca desde erosión laminar incipiente, formación de surcos de erosión, cárcavas profundas longitudinales y bloques aislados de erosión. En este tipo de material la fracturación vertical juega un papel muy importante ya que sirve de zona de debilidad para la formación de surcos de erosión que

evolucionan a cárcavas. Apparently algunos de estos bloques aislados en la zona del cauce han colapsado por socavación lateral.

Zona de cerros residuales (Zcr)

En la margen izquierda de la quebrada Olla del Ramo se observa en la parte oriental una pequeña zona de cerros residuales (Zcr). Se trata de dos pequeños cerros redondeados producto de la severa erosión hídrica que afectó el cauce de la quebrada Olla del Ramo. En la margen derecha este tipo de geoformas no se observa actualmente ya que fueron cubiertas por los escombros y basuras depositadas en esta orilla. En las aerofotografías de 1961 se nota que en el sector comprendido entre las calles 55 y 56 sur y la carrera 4 Este hasta el cauce se presentaban dichas geoformas.

Zona de relleno (Zr)

Esta zona se observa a lo largo de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo desde el extremo oriental (calle 55 sur) hasta el extremo occidental (calle 58 sur y carrera 4A este), o acceso al barrio Danubio Azul.

Desde el punto de vista geomorfológico la margen derecha debió presentar un aspecto similar al de la margen izquierda; es decir, una zona de cárcavas y una pequeña zona de cerros residuales.

La antigua zona de cerros de la margen derecha se localizaba entre las calles 55 y 56 es decir donde se presenta la mayor zona de relleno de basuras. Gran parte de la mayor derecha estaba formada por cárcavas que fueron también rellenas por escombros de construcción y todo tipo de basuras entre las cuales se notan gran cantidad de plásticos y material no biodegradable. El relleno de basuras (Zr) dio origen a un espacio adicional en la margen derecha el cual fue invadido y utilizado por algunos moradores.

La zona de relleno (Zr) presenta varios problemas:

- Material heterogéneo (plásticos, escombros, etc.).
- Pobre disposición del material.
- Densidad media a baja.
- Infiltración de aguas negras.
- Incipiente inestabilidad con grietas de tracción y reptación local.

III - EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La determinación de las características y propiedades geotécnicas del subsuelo se realizó mediante la ejecución del siguiente programa de exploración.

1. PERFORACIONES

Sobre la margen derecha de la quebrada Olla del ramo el subsuelo se investigó mediante la ejecución de ocho (8) perforaciones entre 1.50 y 12.05 m de profundidad, cuya localización se presenta en el Plano No. 1.

Adicionalmente se tuvieron en cuenta los resultados de cinco (5) perforaciones realizadas por IGL en Diciembre de 1998 en la zona oriental del área de estudio, donde la EAAB proyecta la construcción de un box-culvert. Dos de estas perforaciones (S-1 y S-2) se localizaron en la estructura hidráulica proyectada sobre la vía de acceso a la Ladrillera Santafé y las otras tres (3) perforaciones (S-3, S-4 y S-5) en la estructura proyectada en el acceso al barrio Danubio Azul, las cuales se presentan en el Plano No. 1. Adicionalmente se incluyen en el Anexo A las Figuras A1, A-2 y A-3 con la localización de perforaciones y una sección transversal, extractadas del informe IGL-1690-26.

Las perforaciones se realizaron con equipo mecánico de percusión, rotación y lavado y en cada una de ellas se determinó la estratigrafía del subsuelo y las condiciones del agua subterránea. Considerando el tipo de materiales presente en todas las perforaciones se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT) en forma continua y se obtuvieron muestras alteradas con el tubo partido en los suelos granulares; en suelos cohesivos de consistencia blanda a media se tomaron ocasionalmente muestras inalteradas con tubos de pared delgada; el muestreo se efectuó cada 0.50 m en promedio y cada vez que se registró un cambio en la estratificación.

2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas durante la exploración se identificaron en campo y laboratorio y para evaluar con precisión los parámetros necesarios para el análisis del fenómeno y de la efectividad de las alternativas de mitigación propuestas, se seleccionaron muestras representativas de los diferentes estratos, sobre las cuales se realizó el siguiente programa de ensayos:

2.1 Ensayos para clasificación

Humedad natural, límites líquido y plástico, peso unitario, contenido de finos (lavado sobre tamiz No. 200), granulometrías y contenido de materia orgánica, para la determinación de las propiedades índice del suelo, a diferentes profundidades.

2.2 Ensayos cuantitativos de resistencia y compresibilidad

Los parámetros de resistencia al corte no drenada en suelos cohesivos se determinaron mediante la ejecución de ensayos de penetrometro manual y veleta de laboratorio. Los parámetros de resistencia de los mantos granulares se evaluaron con base en los resultados de las pruebas de campo (SPT).

2.3 Resumen de resultados

Los resultados de la investigación del subsuelo se presentan en el Anexo C:

- Plano 1: En el plano topográfico se incluye la localización de perforaciones.
- Figura 1C. Convenciones utilizadas para representar los resultados de los ensayos de campo y laboratorio.
- Figuras 2C a 9C. Columnas estratigráficas obtenidas en las perforaciones y la variación con la profundidad de las propiedades índice, resultados del ensayo de penetración estándar y resistencia al corte no drenada.
- Figura 10C. Curva de gradación obtenida a partir de ensayo de granulometría por tamizado.
- Figura 11C. Resultado de ensayo de corte directo sobre una muestra representativa del relleno areno-limoso en cercanías de la Ladrillera Santafé, tomada del Informe IGL-1690-26.

En las Figuras 3-1 a 3-6 se presenta la variación de las propiedades geotécnicas con la profundidad y en las Figuras 3-7 y 3-8 las envolventes de resistencia para los dos materiales característicos del área, obtenidas mediante correlaciones con los ensayos de campo a partir de la Metodología planteada por A. González (1998).

3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO

El subsuelo del lote está conformado superficialmente por una arcilla limosa de compresibilidad alta y plasticidad baja, tal como se había clasificado en los estudios previos; luego se encuentra una capa de arena que cambia su compacidad de media a densa a medida que aumenta la profundidad. Este estrato parece uniforme en toda el área, variando solamente su estado de compacidad.

Tomando como nivel de referencia la superficie actual del terreno y de acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, en general se puede establecer que en el lote se encuentra el siguiente perfil:

2605.0 - 2600.0 m Material de relleno conformado por desechos de construcción y arcilla arenosa café oscuro.

Humedad natural,	W _n	11 y 16%
Límite líquido	WL	21 - 23
Límite plástico	WP	10 - 12
Peso Unitario,	γ_t	1.85 - 1.92 ton/m ³
Contenido de Finos	PT200	46 - 62%
Ensayo de penetración estándar,	SPT	6 - 14 golpes/pie
Resistencia no drenada,	C _u	2 – 8 ton/m ²
Parámetros efectivos de resistencia		
- Cohesión	c'	0.0
- Angulo de fricción	ϕ'	25.6°

2600.0 - 2597.0 m Arcilla arenosa café claro con gravas y vetas de oxido.

Humedad natural,	Wn	9 - 16%
Límite líquido	WL	26 - 35
Límite plástico	WP	12 - 16
Peso Unitario,	γ_t	1.90 - 2.06 ton/m ³
Contenido de Finos	PT200	62 - 84%
Ensayo de penetración estándar,	SPT	5 - 25 golpes/pie
Resistencia no drenada,	Cu	1.5 – 6.0 ton/m ²
Parámetros efectivos de resistencia		
- Cohesión	c'	0.0
- Angulo de fricción	ϕ'	27.3°

Nivel freático:

Durante la etapa de exploración se encontró el nivel de agua subterránea solamente en las perforaciones P-1 y P-2 a 1.40 y 2.60 m de profundidad respectivamente; en ninguna de las demás perforaciones apareció el nivel freático. Como se anotó en el numeral 2.7 del capítulo anterior, se considera que estos niveles se deben a recargas producidas por los caños que desembocan en la zona oriental del área de estudio a la quebrada Olla del Ramo. Sin embargo para los cálculos de presiones de poros y análisis de estabilidad de taludes se consideraron niveles estáticos de presión de poros a diferentes profundidades y un caso extremo de saturación total. Se considera que durante los periodos de lluvias intensas o crecientes normales esperadas de la quebrada Olla del Ramo se puede tener un nivel medio del agua entre 5.0 y 8.0 m de profundidad.

3.1 Material del cauce de la quebrada

El material del cauce de la quebrada esta compuesto por arenas finas con algo de arcilla. Este material constituye un depósito reciente proveniente de estratos rocosos de areniscas provenientes de la Formación regadera de las partes altas de la cuenca. El estado del material es relativamente suelto. En el propio lecho de la quebrada no se efectuaron trabajos de investigación del subsuelo para el presente estudio. A continuación se presentan propiedades geotécnicas de este material obtenidas por IGL durante el estudio de las estructuras hidráulicas para la EAAB:

Humedad natural,	Wn	14 - 24%
Peso Unitario,	γ_t	1.90 – 1.95 ton/m ³
Contenido de Finos	PT200	25 - 43%
Ensayo de penetración estándar,	SPT	2 - 6 golpes/pie

Los parámetros de resistencia y deformabilidad estimados a partir de correlaciones para este material son:

Módulo de elasticidad,	E	475 ton/m ²
Relación de Poisson	u	0.30
Cohesión	c'	1.0 ton/m ²
Angulo de fricción,	ϕ'	24°

IV - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

1. GENERALIDADES

La Quebrada de la Olla del Ramo, se encuentra en el costado sur oriental de la ciudad de Santafé de Bogotá, atraviesa los Barrios La Fiscala y El Danubio, linda con la ladrillera Santafé y desemboca en el Río Tunjuelito aguas abajo del cruce con la Avenida Guacamayas.

Su cuenca se caracteriza por tener una topografía de montaña, con pendiente máxima del 14% y un área de unos 2.7 km² y está localizada en el cauce medio del Río Tunjuelito, sobre la margen derecha. En la figura 4-1 se anexa un esquema de la cuenca de la quebrada la Olla del Ramo.

2. OBJETIVOS

Los principales objetivos del estudio hidrológico e hidráulico realizado fueron los siguientes:

- a) Hallar el caudal máximo, esperado para diferentes periodos de retorno, de la quebrada La Olla del Ramo, a la altura del Barrio El Danubio Azul.
- b) Elaborar prediseños de obras de protección de la quebrada en el tramo de dicho barrio.
- c) Elaborar esquemas del manejo de aguas negras.

3. ANÁLISIS DE INFORMACION DISPONIBLE

Para la elaboración del estudio, se consultó la siguiente información básica:

3.1. Cartografía:

Se contó con la siguiente información cartográfica.

- Cartografía en escala 1: 2000 del I.G.A.C. de 1979
- Levantamiento topográfico del cauce de la quebrada colindante con el Barrio El Danubio, efectuado en el presente estudio.

3.2. Información hidroclimática:

Se consultó el Estudio para el Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Noviembre de 1995.

Se recopiló y analizó la siguiente información hidroclimática:

Estaciones Climáticas:

CÓDIGO	ESTACION	OPERADA POR	TIPO	ELEVACION (msm)	COORDENADAS		PERIODO DE REGISTRO (Años)
					Norte	Este	
P-81	Juan Rey	E.A.A.B.	PVG.	2985	991.780	999.260	5
2120085	El Bosque	CAR	PVG.	2880	986.500	1.000.000	25
2120523	Observatorio Meteorológico Nacional	HIMAT	C.P.	2556	1.004.475	999.500	24

Con base en la información disponible en las estaciones pluviográficas de Juan Rey y El Bosque, se encuadró la cuenca de la Olla del Ramo en la zona 7, del Estudio de Caracterización de Tormentas, para elaborar las curvas I-D-F que se utilizaron en el presente estudio, para obtener los caudales máximos esperados.

Estación Hidrológica:

CÓDIGO	ESTACION	OPERADA POR	TIPO	ELEVACION (msm)	COORDENADAS		PERIODO DE REGISTRO (Años)
					Norte	Este	
	Cantarrana	E.A.A.B.	LG.	2700	993.000	994.000	31

La estación se localiza sobre el Río Tunjuelito a la altura del relleno sanitario Doña Juana (Ver la Figura 4-2).

Precipitación media mensual

La precipitación media mensual se analizó con la estación El Bosque: tiene un comportamiento unimodal, con un periodo húmedo (abril - noviembre) y un periodo seco (diciembre - abril).

La precipitación media anual multianual es de 1413 mm, con un máximo mensual en Julio (194 mm) y un mínimo mensual en enero (35 mm) .

En la figura 4-3 se presenta el diagrama de variación de los valores medios mensuales de precipitación, cuyo régimen corresponde al comportamiento de los Llanos Orientales.

Con la información disponible en el Observatorio Meteorológico Nacional de 1961 a 1985, se presentan las principales características climáticas, a saber:

Temperatura media mensual

La temperatura media mensual tiene pocas variaciones a lo largo del año, está entre 14 y 15 °C. En la figura 4-4 se presenta el diagrama de variaciones de las temperaturas medias mensuales.

Evaporación

El comportamiento de la evaporación media mensual, está de acuerdo con el régimen medio mensual de lluvias, presentando las mayores valores de evaporación en el mes más seco (Julio con 96 mm) y la menor evaporación en el mes más húmedo (Noviembre con 76 mm). La evaporación media anual multianual es de 1052 mm. En la figura 4-5 se presenta el diagrama de variaciones de evaporaciones medias mensuales multianuales.

Humedad Relativa

La humedad relativa presenta poca variación a lo largo del año, con valores medios mensuales entre 68 y 75 % y un medio anual multianual del 73%. En la figura 4-6 se presenta el diagrama de variación media mensual multianual.

Caudales medios y mínimos

La estación Cantarrana, de carácter hidrométrico, ha sido operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Está ubicada sobre el río Tunjuelito, a la altura del relleno sanitario de Doña Juana y aguas arriba de la confluencia de la quebrada La Olla del Ramo (aproximadamente 3.0 km) con una área de drenaje de 257 km².

En esta estación se cuenta con información de caudales mínimos, medios y máximos, a partir de la cual se generan caudales mínimos, medios y máximos esperados en la cuenca de La Olla del Ramo, suponiendo que las condiciones no cambien en la cuenca y teniendo en cuenta que el comportamiento climático es similar en las cuencas.

Los caudales medio y mínimos se generan por relación directa de áreas de las cuencas y el caudal máximo esperado para un periodo de retorno de 100 años, por la raíz cuadrada de las relaciones de áreas.

Estudios recientes elaborados por nuestra firma a raíz de la avalancha de basuras en el relleno de Doña Juana, indican que el caudal máximo esperado en la estación de Cantarrana para un periodo de retorno de 100 años es de 370 m³/seg.

A partir de dicho caudal, se estima que el caudal máximo que se puede presentar actualmente en la cuenca de La Olla del Ramo a la altura de la Ladrillera Santafé, con área de cuenca de 2.71 km², es de:

$$Q_{\max} = \sqrt{\frac{A_{\text{colla}}}{A_{\text{Cantarrana}}}} \times Q_{\max \text{ Cantarrana}}$$

$$Q_{\max} = \left[\sqrt{\frac{2.71}{257}} \right]^{\frac{1}{2}} \times 370 = 38 \text{ m}^3 / \text{s}$$

El caudal máximo esperado para un período de retorno de 100 años, para las condiciones actuales de la cuenca La Olla del Ramo se estima en 38 m³/seg.

Con base en la serie de caudales medios y mínimos disponibles en la estación Cantarrana, se generan los caudales medios y mínimos en la quebrada La Olla por la relación de áreas, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 4-1.

De dicho análisis se pueden resumir los siguientes valores

- El caudal medio anual multianual es de 0.030 m³/seg.
- La variación mensual de los caudales, de carácter unimodal, refleja que su comportamiento corresponde al régimen de lluvias característico de los Llanos Orientales, con un periodo húmedo de Mayo a Noviembre y uno seco de Diciembre a Abril, con un máximo en julio de (0.075 m³/seg) y un mínimo en febrero (0.002 m³/seg).
- En general los caudales mínimos, presentan una moda de 0.001 m³/seg durante 7 meses (Diciembre a Junio).
- En las figuras 4-7 y 4-8 se presentan los diagramas de variación de los caudales medios mensuales y los caudales mínimos medios mensuales.
- Se puede observar que el comportamiento tanto de los caudales como de las lluvias, es unimodal, influido por el régimen de lluvias de los Llanos Orientales.

3.3. Estudios Disponibles

Adicionalmente se consultaron los siguientes estudios disponibles sobre la cuenca del Río Tunjuelito:

- Apoyo Técnico para el diseño de obras de emergencia para el control de inundaciones del Río Tunjuelito. Empresa de acueductos y Alcantarillado de Bogotá, Mayo de 1997.
- Estudio del control de inundaciones del Tunjuelito, de la Empresa de Acueductos y Alcantarillado de Bogotá, Enero de 1991.

4. ANALISIS DE CAUDALES MAXIMOS ESPERADOS.

El Estudio Hidrológico de la cuenca de la Quebrada La Olla del Ramo, fue elaborado con el fin de obtener los caudales máximos esperados para diferentes periodos de retorno, a la altura del cruce con la Ladrillera Santafé, teniendo en cuenta los efectos antrópicos que se vienen sucediendo.

De acuerdo con lo anterior, se efectuaron los siguientes análisis:

4.1. Morfometría.

Sobre planos escala 1:2000, se delimitó el área de la cuenca, obteniendo los siguientes parámetros morfométricos.

Area de la cuenca	Ac = 2.71 km ²
Longitud del cauce	Lc = 3.5 km
Ancho medio de la cuenca	Wc = 0.77 km
Pendiente media del cauce	Sc = 0.14

En la Figura 4-9 se presenta el perfil de la quebrada.

- **Intensidades máximas de lluvias esperadas:**

Con base en el Estudio para el análisis y caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá, se obtienen las siguientes intensidades de lluvia, para diferentes periodos de retorno, previo cálculo del tiempo de concentración para la cuenca estudiada, así:

$$T_c = 0.0663 \left(\frac{L_c}{(S_c)^{1/2}} \right)^{0.77}$$

donde:

- tc = tiempo de concentración en horas.
- Lc = Longitud del cauce en km.
- Sc = Pendiente del cauce.

$$T_c = 0.0663 \left(\frac{3.5}{(0.14)^{1/2}} \right)^{0.77} = 0.37 \text{ Horas} = (22')$$

Con base en el tiempo de concentración, se hallaron los siguientes intensidades, establecidas para la zona 7 del Estudio de Tormentas.

Tr (años)	I (mm/hora)
3	33
5	41
10	52
25	63
50	71
100	79

En la figura 4-10 se presenta la zonificación Pluviográfica de Bogotá y en la figura 4-11 la curva I-D-F para la zona 7

- **Cálculo de caudales máximos esperados:**

Teniendo en cuenta el tamaño de la cuenca, se empleó el método racional, para el cálculo de caudales máximos esperados así:

$$Q = \frac{C \times I \times Ac}{3.6}$$

donde

Q = Caudal (m³/seg)

I = Intensidad (mm/hora)

Ac = Area de la cuenca (km²)

C = Coeficiente de escorrentía. Se asumió un valor de 0.85 teniendo en cuenta el grado de urbanización que viene teniendo la cuenca, la cual en un muy corto periodo estará completamente ocupada por viviendas.

Con base en la información evaluada anteriormente, se calcularon los caudales máximos esperados para diferentes periodos de retorno, así:

Tr (años)	Q (m ³ /seg)
3	21
5	26
10	33
25	40
50	45
100	51

El método presentado anteriormente, en el cual se estima el caudal máximo a partir de la raíz cuadrada de relación de áreas, está basado en estudios experimentales elaborados por el INAT a partir de la red de estaciones hidrométricas que dicha entidad opera, lo cual permite verificar la bondad del método. Sin embargo teniendo en cuenta el tamaño de las cuencas relacionadas donde se pueden presentar efectos de microclima, especialmente para la cuenca pequeña, los cálculos presentados por éste método nos permiten inicialmente dar un orden de magnitud de los caudales máximos esperados, por lo cual, se recomienda tener como el caudal máximo el dado por la ecuación de fórmula racional, el cual tiene en cuenta el efecto climático local.

5. ANALISIS HIDRÁULICO

Con el fin de conocer el comportamiento hidráulico de la Quebrada La Olla del Ramo, en el sector aledaño al Barrio El Danubio, se efectuaron levantamientos topográficos, consistentes en 20 secciones transversales cada 20 metros, con los cuales se elaboró una topografía detallada del sector estudiado en un tramo de 400 metros comprendidos entre el terraplén y la Ladrillera Santafé. Adicionalmente se efectuaron perforaciones exploratorias de suelos tanto en el lecho como en el talud de la margen derecha y faja vecina, para conocer las características geotécnicas y geomorfológicas del área.

5.1. Características geomorfológicas generales

Con base en la exploración del subsuelo y el análisis geológico se puede establecer que en esta zona la quebrada con una pendiente superior al 2% fluye a lo largo de un valle en forma de U, conformado en la base por un depósito reciente de arenas sueltas provenientes de estratos rocosos de areniscas de la formación La Regadera de las partes altas de la cuenca, con un espesor promedio del depósito de 7 metros aproximadamente.

Lateralmente, el valle es controlado por terrazas bajas de arcillas limosas duras susceptibles a fenómenos de erosión laminar. En la margen derecha de la quebrada se localiza el barrio El Danubio, donde se han dispuesto rellenos no controlados de escombros y materiales de la zona, con una altura aproximada de 11 metros. Estos rellenos descansan sobre el depósito mencionado de arena suelta invadiendo el valle de la quebrada.

En el fondo del cauce, se encuentra arena arcillosa y arcilla arenosa con un porcentaje que pasa tamiz No. 200 entre el 25 y el 43% en promedio y un peso unitario superior a 1.95 ton/m³. El porcentaje que pasa el tamiz No. 200 puede ser superior al 70% en los materiales más arcillosos, según se evaluó en los estudios efectuados para la EAAB.

De acuerdo con las condiciones presentadas por el cauce, este puede ser muy susceptible a los procesos de socavación y erosión lateral, requiriéndose obras de protección hidráulica para la estabilización tanto del fondo como del talud.

Hacia aguas abajo del barrio, los fenómenos de erosión sobre las capas de limos arcillosos son más acentuados y el fondo del valle es casi plano.

5.2. Análisis hidráulico

Hidráulicamente se analizaron las secciones 3, 4, 15, y 18 en las cuales se evaluaron los niveles de agua esperados para los diferentes periodos de retorno de los caudales máximos esperados. Adicionalmente, se evaluó el comportamiento del cauce, para flujo gradualmente variado, aplicado al caudal de 100 años de período de retorno.

Niveles esperados para diferentes períodos de retorno.

Para ello se aplicó el siguiente método:

- Se asumió un valor "n" de Manning de 0.035 de acuerdo con las condiciones del cauce, su cobertura vegetal y el material transportado.
- Se calculó la pendiente local del tramo, evaluada a partir del levantamiento topográfico efectuado, siendo de 0.0225.
- En cada sección transversal estudiada, se calcularon los siguientes parámetros

w= Ancho de sección en cada nivel de agua (m)

W = Ancho medio de los tramos de la sección estudiada. (m)

A = Area de la sección hidráulica para cada nivel (m²)

D = Profundidad Media Hidráulica (m)

R = Radio Hidráulico (m)

- 1) Se calculó el parámetro $AR^{2/3}$ para cada sección estudiada.
- 2) Se elaboró la relación cota vs $AR^{2/3}$.
- 3) Se calculó la relación $Q * n / So^{1/2}$, para cada período de retorno. Esta relación es equivalente al valor $AR^{2/3}$.
- 4) Se halló el nivel de agua correspondiente para cada período de retorno entrando con el valor $Q*n / So^{1/2}$ en la relación cota vs $AR^{2/3}$.
- 5) Para cada período de retorno, se halló la profundidad y velocidad correspondiente.

Los cuadros No. 4-2 a 4-5 contienen en detalle los cálculos correspondientes para los diferentes niveles que pueden alcanzar los caudales en los períodos de retorno analizados, en cada sección estudiada.

Para cada una de las secciones, después de calcular los parámetros hidráulicos representados en los cuadros 4-2 a 4-5 se elaboraron gráficas de Nivel vs Area y Nivel vs Caudal con el fin de visualizar los valores de los niveles de agua y de los caudales obtenidos para los periodos de retorno analizados. Las gráficas se presentan en las Figuras 4-12 a 4-19 y corresponden a los mismos cuadros mencionados.

5.3 Análisis de Flujo Gradualmente Variado.

El Cuadro No. 4-6 presenta el cálculo de los niveles que se pueden alcanzar, mediante la aplicación del flujo gradualmente variado a las secciones anteriormente analizadas.

Cuadro No. 4-6 CALCULO DEL PERFIL DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

Se	Abs	Ni	A	Be	Dm	R	$AR^{2/3}$	n	K	K^3/A^2	$dm^{5/3}$	α	V	$(\alpha V^2) / (2g)$
18	0	2601,4	11,7	9,1	1,2857	1,00	11,72	0,035	335	274223,84	1,521498	3,6834	4,36	3,57
15	60	2599,51	12,77	17,02	0,7502	0,69	9,97	0,035	285	141609,16	0,618923	4,8414	3,99	3,94
4	280	2593,08	11,73	10,34	1,1344	0,93	11,18	0,035	319	236779,78	1,234464	3,9955	4,35	3,85
3	300	2592,9	11,79	9,67	1,2192	0,97	11,58	0,035	331	260712,04	1,392406	3,7877	4,33	3,61

H1	Sf	Sf prom	σ_x	hf	H2
2604,97	0,0232				2604,97
2603,45	0,032074	0,027637	60	1,658	2603,31
2596,93	0,025498	0,028786	220	6,333	2596,98
2596,51	0,023751	0,024625	20	0,492	2596,49

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los niveles hallados tanto en el numeral 5.2 como en el numeral 5.3, son ligeramente diferentes.

Los resultados de este numeral 5.3 se toman como solución de los niveles máximos que se pueden presentar en el tramo en estudio para un caudal de 51 m³/seg con un periodo de retorno de 100 años, en el caso de que se efectúe una protección marginal del cauce conservando la sección hidráulica actual.

6. RESUMEN DE RESULTADOS HIDRÁULICOS

En los siguientes cuadros se presenta un resumen comparativo para diferentes periodos de retorno, del comportamiento de los niveles de la quebrada en condiciones naturales. Se puede observar que el flujo para estas condiciones es supercrítico.

CUADRO No. 4-7

Tr = 3 años Q = 21.00 m³/s

Sección No	Nivel msn	A (m ²)	V (m/s)	y (m)	W (m)	Froude
18	2.600.78	6.24	3.37	0.78	8,28	1.24
15	2.599,04	6.75	3.11	0.34	10.62	1.25
4	2.592.30	5.51	3.81	1.30	6.50	1.32
3	2.592,25	6.30	3.33	1.25	7.66	1.17

Tr = 25 años Q = 40.00 m³/s

Sección No	Nivel (msnm)	A (m ²)	V (m/s)	y (m)	W (m)	Froude
18	2.601,20	9.85	4,06	1,20	8.80	1.23
15	2.599,44	11.87	3,37	0.74	16.06	1.25
4	2.592.70	8.52	4,69	1.70	8.50	1.50
13	2.592.65	9.68	4,13	1.65	8.91	1.27

Tr = 100 años Q = 51.00 m³/s

Sección No	Nivel (msnm)	A (m ²)	V (m/s)	y (m)	W (m)	Froude
18	2.601,40	11.70	4.36	1,40	9.10	1.23
15	2.599,64	14.43	3.53	0.94	18.78	1.29
4	2.592.90	10.08	5.08	1.90	9.50	1.57
3	2.592.90	11.79	4.33	1.90	9.67	1.25

La información anterior deberá ser tenida en cuenta para el análisis de la ubicación de las obras que se propongan como alternativa de solución.

7. ESTIMACION DE SOCAVACION MAXIMA ESPERADA.

El fenómeno de socavación es una de las características hidráulicas que más incide en el tipo de la obra seleccionada y en el costo de la misma. Con base en la información recopilada a la altura de la sección 18, se calcula la socavación máxima esperada, aplicando el método de Maza Alvarez, como se detalla a continuación:

$$H_s = \left[\frac{5780 \times \alpha \times H_o^{5/3}}{\beta \times (\gamma d^{1.18})} \right] \left[\frac{(\gamma d)^{0.725}}{66.25 + (\gamma d)^{0.725}} \right]$$

Donde:

H_s = Profundidad total de flujo con socavación (m)

H_o = Profundidad total de flujo sin socavación (m)

S = Socavación H_s - H_o

γd = peso específico seco (kg F/m³)

α = Coeficiente que pondera el efecto de turbulencia dado por las variaciones de velocidad del flujo.

β = parámetro de ponderación, en función del periodo de retorno, = 0.8416+0.03342 en Tr

Sección 18

Cota máxima= 2601.40

Cota fondo= 2600.00

Ho = 1.40 m

$$\alpha = \frac{Qd}{\left(dm^{\frac{5}{3}}\right)Be\mu}$$

donde:

$$dm = D = A/Be = 11.7 / 9.10 = 1.29$$

$$Be = 9.10$$

$$U = 1.0 \text{ (sin obstáculos)}$$

$$Qd = 51.00$$

$$\alpha = \frac{51.0}{\left(1.29^{\frac{5}{3}}\right)9.10 \times 1.0}$$

$$\alpha = 3.67$$

$$\gamma d = 1950 \text{ kg/m}^3$$

$$H_s = \left| \frac{5780 \times \alpha \times H_o^{\frac{5}{3}}}{\beta \times (\gamma d)^{1.18} \times 1} \right|^{0.79}$$

$$H_s = \left| \frac{5780 \times 3.67 \times 1.4^{\frac{5}{3}}}{1.0(1950)^{1.18} \times 1} \right|^{0.79}$$

$$H_s = 3.49$$

$$S = 2.09$$

SECCION 3

$$B = 1,0$$

$$Qd = 51.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Nivel máximo} = 2592.90$$

$$\text{Nivel Mínimo} = 2591$$

$$Ho = 1.90 \quad A = 11.79 \text{ m}^2$$

$$Be = 9.67 \text{ m}$$

$$dm = 1.22 \text{ m} \quad u = 1.00$$

$$\alpha = \frac{51.0}{\left(1.22^{\frac{5}{3}}\right) \times 9.67 \times 1.0}$$

$$\alpha = 3.79$$

$$H_s = \left| \frac{5780 \times 3.79 \times (1.90)^{\frac{5}{3}}}{1.0(1950)^{1.18}} \right|^{0.79}$$

$$H_s = 5.36 \text{ m}$$

$$S = \text{Socavación esperada} = 3.46 \text{ m}$$

La socavación encontrada permitirá establecer el tipo de cimentación que requiere y las estructuras de protección que se proyecten.

7.1 SOCAVACION LATERAL

El cauce de la quebrada Olla del Ramo confluye con un ramal secundario, que viene de La Fiscala, aguas arriba del sitio del problema en estudio, con una dirección del flujo casi perpendicular al talud analizado. Dicha condición hidráulica hace que el flujo presente una sobre elevación de su cota, ya que el volumen de agua trata de almacenarse instantáneamente, generando una condición de turbulencia y socavación lateral de manera local; por ello se recomienda construir un canal, en el cual, el flujo tendría un rendimiento, buscando que las líneas de flujo sean paralelas a la dirección del canal y se evita el problema de socavación lateral.

En caso, que no se mejore la geometría del cauce, mediante la construcción de un canal, se recomienda proteger la margen derecha a partir del punto de intersección del caño de aguas negras que viene de La Fiscala con la quebrada Olla del Ramo, de 10 metros aguas arriba y 20 metros aguas abajo de dicho punto. Esta protección deberá hacerse con gaviones hasta una altura de 2 metros siguiendo el alineamiento del talud.

En el capítulo 9 se presentan las consideraciones hidráulicas para la regularización de la quebrada Olla del Ramo.

V - ESTUDIO DE LOS ASPECTOS SOCIALES DE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTO

Se presentan en este capítulo los resultados del diagnóstico social realizado en una área de riesgo ubicada en el sur del Distrito Capital denominada La Olla del Ramo, dentro de la cual se halla el barrio El Danubio Azul.

1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivo general:

- Presentar un análisis sociológico del riesgo en el área propuesta.

Objetivos específicos:

- Describir los componentes socioeconómicos existentes en los asentamientos humanos del área en estudio.
- Integrar y confrontar las diferentes fuentes de información de tal manera que nos permita realizar un análisis de las variables para establecer el nivel organizacional y conflictos alrededor de los diferentes actores sociales.
- Percepción del riesgo y sentimiento de arraigo entre la comunidad.
- Encontrar elementos comunes que permitan diseñar programas para el manejo y atención de emergencias.

2- METODOLOGÍA

Para presentar el diagnóstico sociológico del área de estudio se desarrolló la siguiente metodología:

- Exploración del objeto de estudio. Esta exploración incluyó: revisión bibliográfica de documentos del proyecto; informes institucionales; estadísticas y otros registros sobre la población objetivo y el reconocimiento del área de influencia.
- Diseño y aplicación de instrumento de recolección de información primaria.
- Análisis de información y elaboración de informe de resultados.

3- TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Como se trata de un diagnóstico rápido de área predeterminada, la información primaria se obtuvo mediante la aplicación de tres técnicas de recolección:

- 1- Transecto inicial de reconocimiento en el área determinada.

- 2- Encuesta persona a persona con un cuestionario estructurado aplicado a residentes en el área mediante muestreo no probabilístico. Se escogió este tipo de muestreo por cuanto la población de la zona es homogénea y puede considerarse satisfactoria la representatividad de los encuestados.
- 3- Entrevista guiada –tipo encuesta- que tuvo como fin la complementación de la información de la encuesta; se aplicó a los presidentes de dos de las Juntas de Acción Comunal y a líderes comunitarios. Con esta entrevista se intentó caracterizar, entre otros factores, las potencialidades y debilidades, capacidad de gestión y planificación, nivel organizacional y conflictos alrededor de los diferentes valores sociales. Al final del capítulo se presenta el formato de encuesta correspondiente.

4- UBICACIÓN GEOGRÁFICA ESPACIAL DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO

El área que corresponde a la zona de estudio está ubicada en el barrio Danubio Azul en la localidad de Usme entre las carreras 4 Este y 5 Este y calles 53 y 55 sur. Se toman estas manzanas porque en ellas y a su alrededor se ha realizado el relleno para construir viviendas.

Sobre el área de relleno hay construidas aproximadamente 20 viviendas.

5- CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

5.1- Vivienda y servicios

Propiedad: La totalidad de los predios están ocupados por sus propietarios. Esta propiedad se demuestra con un contrato de compraventa del lote; ninguno de los propietarios tiene escritura del predio. Todos los propietarios tienen conciencia de que sus predios no pueden ser legalizados, debido a que han sido considerados como viviendas ubicadas en zona de riesgo.

Construcción que predomina: Las viviendas están construidas en bloque, con techos de teja de zinc y pisos de cemento sin pulir. La mayoría de las viviendas constan de una sala para todos los usos; la división de los espacios se hace con cortinas de tela, o en algunos casos con tabla; hay algunas viviendas con más de una habitación y con la cocina separada.

Se pudo percibir que la prioridad de la mayoría de los habitantes de esta zona es el mejoramiento continuo de las viviendas.

Servicios públicos: Las viviendas cuentan con servicio de luz eléctrica instalada por la Empresa de Energía. El agua es llevada a las viviendas mediante una red de acueducto construida por la comunidad del barrio y según los beneficiarios, con asesoría técnica y diseño de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del Distrito. Otros propietarios (los que tienen las viviendas directamente sobre el relleno o en sus límites) dicen tener un permiso de la Junta de Acción Comunal para perforar el tubo de la red de acueducto y con sus propios recursos instalar la tubería para que cada propietario haga su propia instalación en su vivienda. No obstante, hay algunas personas que no han logrado instalar el agua en sus viviendas, bien sea porque es una vivienda recientemente construida, o porque no han vivido permanentemente en ellas.

El servicio de alcantarillado fue construido por Conalvías; los propietarios de las viviendas construidas sobre el relleno organizan y elaboran según el criterio de cada propietario su propio sistema de recolección de aguas negras carente de asesoría técnica. El sistema consiste en que cada propietario construye las cajas de recolección de aguas negras en la vivienda, instala mangueras y las lleva al barranco para que sean descargadas a la quebrada.

Todos los entrevistados ubicados en el relleno manifiestan que las Entidades correspondientes no les autorizan estas obras porque corren el riesgo de que “el relleno se vaya y arrastre sus viviendas a la quebrada”. Algunos afirman que ya la UPES y el DAMA los declararon fuera del área de riesgo.

El sistema de recolección de aguas lluvias no existe; se construyen zanjas en la tierra que llevan al barranco.

Algunas viviendas cuentan con servicio telefónico; no cuentan con este servicio las viviendas ubicadas en el relleno o sobre el barranco.

Cocina: Para la cocción de los alimentos utilizan gasolina roja o cocinol y gas propano.

Servicio sanitario: En las viviendas existe servicio de inodoro, conectado al tubo de conducción de aguas negras propio de su vivienda. En 2 viviendas se encontró que no existe servicio sanitario porque el terreno dedicado al baño se ha deslizado.

Manejo de basuras: La totalidad de las personas contactadas manifiestan que sacan las basuras al carro recolector que viene dos veces por semana. En el recorrido por la zona se pudo observar que, a pesar de lo anterior, hay sitios donde se concentra gran cantidad de desechos no biodegradables.

6- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

6.1- Procedencia

El tiempo de permanencia en el barrio de la mayoría de sus habitantes es de más de cinco años. Antes de comprar esta propiedad, vivieron en el mismo barrio o en barrios que se encuentran en condiciones similares a las que en general presenta el Barrio El Danubio, tales como el Pesebre, La Fiscala, La Marichuela, El Portal, El Porvenir, entre otros.

La razón principal que aducen los habitantes para adquirir esta propiedad consistió fundamentalmente en lo económico que resultaba adquirir el lote y la facilidad de pago.

Aunque son conscientes de las limitaciones y carencias del sitio que actualmente habitan, se manifiesta un deseo de permanecer en los sitios de su propiedad. Las limitaciones las miden comparando la situación del resto del barrio donde actualmente habitan con la del barrio donde habitaban con anterioridad y se mencionan principalmente escuelas, acueducto, alcantarillado, parques, iglesias y calles pavimentadas.

El aspecto que más preocupa a los habitantes de esta área más que el peligro al que están expuestos por estar sus viviendas ubicadas sobre un terreno de relleno o a su alrededor, es el hecho de que la quebrada no esté canalizada y realmente no les interesa tanto la canalización, pues el deseo general es que el trabajo que se realice permita ampliar el relleno “no para seguir construyendo sino para poder hacer un parque y colegios para los niños porque no hay”. El segundo aspecto que preocupa es la inseguridad, en vista de que se presentan con frecuencia en la manzana robos y atracos.

6.2- Propiedad

Todas las viviendas construidas en las manzanas de estudio están ocupadas por sus propietarios; en algunos casos parte de la vivienda está arrendada. En cada vivienda habita un promedio de 7 personas y en la gran mayoría de ellas hay menores de 15 años.

6.3- Educación

Los niños en edad escolar asisten principalmente a las escuelas y colegios de los barrios La Fiscala y El Porvenir y algunos van a los colegios del barrio. De las familias entrevistadas se presentan 4 casos en que los niños en edad escolar no asisten porque no hay cupo en las escuelas.

En el área funciona un jardín infantil atendido por una madre comunitaria donde asisten niños entre los 2 y los 7 años. El horario de cada niño varía según las necesidades de los padres; la madre comunitaria cuida niños desde las 6:30 hasta las 9:00 p.m.

6.4- Seguridad Social

Los residentes en estas manzanas tienen en su gran mayoría afiliación al sistema de seguridad social otorgado por medio del SISBEN; solo algunas familias que llevan menos de un año viviendo en esta zona no cuentan con este tipo de servicios, porque en el área donde vivían antes no se les realizó la encuesta respectiva. Unas pocas personas que se encuentran empleadas mencionan tener una afiliación diferente a la otorgada por el SISBEN.

Cuando alguno de la familia se enferma acuden a los dispensarios de Santa Librada, La Fiscala o Marichuela.

6.5- Actividad Económica

Un porcentaje alto de familias residentes en la zona no cuenta con ningún ingreso fijo por cuanto los miembros en edad económicamente activa se encuentran desempleados. Los que perciben algún ingreso lo obtienen de actividades independientes como vendedores ambulantes, oficios varios y labores domésticas. Las personas que cuentan con un empleo permanente se desempeñan principalmente en labores relacionadas con la construcción, conductores y aseadoras.

Al hablar con algunos de los habitantes se percibe que a pesar de que existe una gran limitación económica se tiene la tranquilidad de tener donde “poder estar tranquilo”; hay confianza en poder conseguir trabajo y disponibilidad al rebusque.

En promedio el ingreso familiar mensual manifestado por lo entrevistados no supera el salario mínimo. Hay algunas familias de las entrevistadas donde ninguno de sus miembros recibe un ingreso en este momento.

7- NIVEL ORGANIZACIONAL

El barrio El Danubio Azul cuenta con su respectiva JAC. Ninguno de los residentes en el área de estudio es miembro de esa junta que en el momento (noviembre - diciembre de 1998) está demandada por malos manejos.

A nivel de las manzanas que están en la zona de riesgo no existe ninguna organización formal, sin embargo hay un sentimiento de pertenencia al mismo grupo y de defensa del relleno que consideran su obra.

Algunos de los propietarios son líderes de esta área, gozan de credibilidad y respeto y han sido elegidos para representar a todos los propietarios frente a las entidades ante las cuales han tenido que defender sus derechos.

Se manifiesta incredulidad en las Instituciones porque sienten que los tienen abandonados; dicen que sólo hacen presencia para decirles lo que no deben hacer pero no para ayudarles en la solución a sus problemas. "El DAMA no colabora ni siquiera con los árboles porque dice que nosotros estamos haciendo una cosa mala".

No hay trabajo compartido con la organización comunitaria del barrio La Fiscala que es el más cercano; al parecer tampoco hay colaboración por parte de la propia Junta de Acción Comunal del barrio. Además se presenta un conflicto con los propietarios de la ladrillera (Ladrillera Santa Fe) por la invasión de la propiedad de ésta.

8- PERCEPCIÓN DEL RIESGO

En general los habitantes del sector no contemplan la posibilidad de que el hundimiento del relleno, que ven a diario, pueda causar daños en la estructura de su vivienda; por el contrario consideran que el hundimiento es garantía de que el terreno se está tornando firme y que lo que hay que hacer es volver a rellenar donde se hunda.

Sólo las familias que han sufrido deslizamientos en sus predios consideran que están en zona de riesgo y que la solución está en colocar muros y seguir rellenando.

Al preguntar a los propietarios de los predios si consideraban que su vivienda está ubicada en un lugar seguro se encontró que consideran que sólo hay 3 ó 4 viviendas en peligro de deslizamiento; pero más que al relleno lo atribuyen a una mala construcción y a un mal manejo del sistema de conducción de sus aguas negras.

De las personas contactadas que se encuentran en la zona de mayor riesgo, no todas reconocen que sus viviendas son vulnerables. Algunas reconocen el peligro, no obstante no se

percibe temor a perder la vida en un evento de un deslizamiento; solo manifiestan temor por los eventuales daños en la estructura de sus viviendas.

En conclusión, los residentes en el área han sido alertados por los diferentes organismos del Distrito del riesgo que representa estar ubicados en esos terrenos pero no obstante continúan viviendo en los mismos y reclaman apoyo para mejorar las condiciones y la seguridad de sus viviendas.

**CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y PERCEPCIÓN DE RIESGO EN
ÁREA DE LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA OLLA DEL RAMO
(BARRIO DANUBIO AZUL)**

FORMATO DE ENCUESTA

DATOS DE VIVIENDA Y SERVICIOS

1- La vivienda es propia o arrendada? Propia.....1 Arrendada.....2 Otra. Cuál?.....

2- Tiene algún documento de propiedad sobre este lote?

Escritura.....1 Promesa de venta.....2 No tiene.....3 Ns/Nr.....4
Otro? Cual.....

3- La vivienda cuenta con conexión a la red pública de:

	Si	No	de donde la toman?/
Energía eléctrica	1	2
Acueducto	1	2
Teléfono	1	2
Alcantarillado	1	2
Gas natural	1	2

4- Con qué cocinan principalmente?

Gas propano.....3 Cocinol.....4 Electricidad.....1 Gas natural.....2
Carbón.....5 Otro, Cuál?.....

5- Qué hacen usualmente con las basuras que producen?

Las recogen los servicios de aseo.....1
Las llevan a un contenedor cercano.....2
Las queman.....3
Las entierran.....4
Las arrojan a la zanja o quebrada.....5

6- El servicio sanitario que utilizan es:

Inodoro conectado a alcantarillado.....1 Pozo séptico.....2
Letrina.....3 No tiene servicio sanitario.....4

PROCEDENCIA

7- Cuánto tiempo hace que vive en este barrio?

Menos de 6 meses.....1 Entre 6 y 12 meses.....2 Entre 1 y 2 años.....3
Mas de 3 años.....4 Ns/Nr

8- Donde vivía antes?

Otro barrio de Bogotá fuera del área.....1 Otro barrio dentro de la misma área.....2
En otra ciudad o área urbana. Cuál. De qué Depto.?.....3
En una región rural. Cuál. De qué Dpto?.....4

9- Porqué razón se vino a vivir a este barrio?.....
.....
.....

10- Qué extraña del sitio donde vivía anteriormente?.....

11- Qué es lo que más le disgusta de este barrio?.....

12- Si tuviera la posibilidad de reubicarse en otro barrio, qué condiciones tendría en cuenta para hacerlo?.....

DATOS DEMOGRÁFICOS DE EDUCACIÓN Y SALUD

13- Cuántas personas viven en esta casa? 1 ó 2 personas.....1 entre 3 y 5 pers.....2
 más de 6 personas.....3

14- Cuantas familias viven en esta casa? 1 familia.....1 2 familias.....2
 más de 3 familias.....3

15- Cuántos niños menores de 10 años viven en esta casa?
 1 ó 2 niños.....1 entre 3 y 5 niños.....2 más de 6 niños.....3

16- Cuántas personas mayores de 65 años viven en esta casa?
 1 persona.....1 2 personas.....2 más de 3 personas.....3

17- Dónde estudian los niños? En qué barrio está ubicado el establecimiento?
 Escuela.....1 Colegio Distrital.....2
 Colegio Privado.....3 Otro. Cuál.....4

18- La familia tiene algún tipo de seguridad social?
 Seguro Social.....1
 Otras EPS.....2
 Sisben.....3

19- Qué hacen cuando alguien de la familia se enferma?
 Acuden al Centro de Salud/Hospital.....1 Barrio.....
 Van al Centro de Atención de la EPS.....2
 Van a médico particular.....3
 Consultan en una droguería.....4
 Aplican remedios caseros.....5
 Otro. Cuál?.....6

ACTIVIDAD ECONÓMICA

20- Cuántas personas de esta familia trabajan?
 1 persona.....1 2 personas.....2 3 ó más personas.....3 ninguna.....4

21- De qué actividad(es) devengan sus ingresos?
 Empleado(a) permanente con salario fijo.....1 Empresa.....
 Trabaja independiente.....2 En qué ramo.....
 Trabajador (a) doméstico(a).....3
 Desempleado.....4 Tiempo que lleva desempleado.....
 Otro. Cuál?

22- En cuanto calcula el ingreso familiar mensual?

Menos de 100 mil.....1 Entre 101 y 200 mil.....2 Entre 201 mil y 300 mil.....3
Entre 301 y 400 mil.....4 Entre 401 mil y 500 mil.....5 más de 500 mil.....6 Ns/Nr.....7

PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

23- Qué grupos o asociaciones de vecinos existen en el barrio?

Junta de Acción Comunal.....1
Otras. Cuáles?.....

24- Pertenece a un grupo de trabajo, a cuál?.....

25- Qué actividades desarrollan en comunidad para el mejoramiento del barrio?.....
.....

26- Con qué barrios se asocian para desarrollar sus actividades?.....
.....

27- Conoce y sabe el nombre de sus vecinos? Si.....1 No.....2
Qué tipo de conflictos o problemas son los que más frecuentemente se presentan entre vecinos?.....
.....

28- Cuándo se reúne con sus vecinos de qué hablan principalmente?.....
.....

PERCEPCIÓN DEL RIESGO

29- Usted cree que su casa está ubicada en un terreno seguro?
Si, porque.....
.....
No, porque.....
.....

30- Que actividades desarrollan para prevenir los deslizamientos?.....
.....

31- En caso que se presente un deslizamiento que harían?.....
.....

VI – EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

1. DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

1.1 Determinación y estudio de los materiales involucrados

Desde el punto de vista de la estabilidad de taludes se encuentran 2 tipos generales de materiales, con diferencias notables en su comportamiento geotécnico:

- 1- Materiales en sitio: arenas de densidad media a alta y arcillas de consistencia firme, derivadas de la Formación Usme. Sus parámetros efectivos de resistencia promedio (tomados de estudio anterior de IGL en el sitio) son: $c' = 0.0$, $\phi' = 27.3^\circ$, $\gamma = 1.85 \text{ ton/m}^3$.
- 2- Rellenos heterogéneos construidos sin control ingenieril, formados por avance frontal sobre la ronda de la margen derecha de la quebrada, con una mezcla de basura, escombros de construcción y suelos areno-arcillosos en conjunto de densidad media a suelta. Sus propiedades de resistencia fueron determinadas con base en los resultados del ensayo de penetración estándar hallados dentro del programa de exploración del presente estudio, aplicando la metodología propuesta por Alvaro González (1998) y correlaciones que se han encontrado aceptables en la literatura especializada y en la práctica de la ingeniería de fundaciones.

Se corrigieron los resultados de la prueba de campo por los efectos de energía y profundidad: en el primer caso se asumió un nivel de energía para el ensayo realizado de un 55% de la energía teórica, considerando el control efectuado en campo, el estado general del equipo y resultados obtenidos en otros estudios con el mismo equipo; para corregir los valores de N por efecto de profundidad se empleó la expresión

$$C_N = (P_{atm}/\sigma_{vo}')^{0.5}$$

Con base en los valores corregidos de N, normalizados a una energía del 75%, se calcularon los valores del ángulo de fricción empleando la correlación empírica

$$\phi_d = (20N)^{0.5} + 15$$

(Ohsaki et al, 1959, citado por Hatanaka y Uchida, 1996), la cual se ha comprobado como la más útil para un rango de valores normalizados de N entre 3.5 y 30, como es el caso del presente estudio (ver la Figura 3-4), de acuerdo con estudios recientes (Hatanaka y Uchida, op. cit).

A partir de los valores de ϕ_d se calcularon los esfuerzos cortantes en cada profundidad donde se ejecutó el ensayo con la expresión de Mohr-Coulomb para cohesión nula, los cuales se correlacionaron finalmente con los esfuerzos efectivos durante la prueba para determinar valores promedios de cohesión y ángulo de fricción.

En relación con las dos fajas del relleno heterogéneo que se definen mas adelante, se realizaron cálculos para la zona densificada y la zona suelta, sin obtener diferencias importantes o representativas, principalmente porque las perforaciones ubicadas en el denominado relleno consolidado fueron de poca profundidad y se enfocaron principalmente a definir el espesor de relleno en la parte alta de los deslizamientos existentes. Las variaciones en c' y ϕ' para el relleno se evaluaron teniendo en cuenta las variaciones en el peso unitario en cada una de las perforaciones y considerando un nivel de energía más desfavorable durante la prueba SPT del 45%. En las figuras 3-7 y 3-8 se ilustra la obtención de parámetros efectivos medios de resistencia al corte obtenidos, los cuales fueron $c' = 0,0$, $\phi' = 25.6^\circ$, $\gamma = 1.95 \text{ ton/m}^3$.

Las diferencias apreciables tanto en origen y evolución de los materiales como en sus propiedades geomecánicas, permiten establecer como punto de partida para los análisis de estabilidad y de amenaza que los problemas de falla de taludes (remoción en masa) ocurrirán exclusivamente en el material 2, es decir en el relleno heterogéneo. Esta condición se ve corroborada por las observaciones de campo sobre el comportamiento de los materiales:

- En la margen izquierda y en los 2/3 occidentales del tramo estudiado aparecen los materiales del grupo 1 formando una terraza (como geoforma, no como cuerpo de origen aluvial reciente) que presenta taludes verticales de hasta 4.0 m de altura, estables.

En una quebrada menor que confluye con la Olla del Ramo en el sector de aguas arriba del terraplén de acceso al barrio, se observaron problemas locales de desplome (asentamiento-volcamiento) de bloques columnares (o prismáticos) delimitados por superficies de discontinuidades verticales. Estas superficies pueden corresponder a estructuras heredadas de las rocas originales, en las cuales ha ocurrido un lavado periódico de finos y arenas por el agua infiltrada, que va ampliando y profundizando la abertura entre los bloques exteriores y el resto de la masa; en este proceso también se van ejerciendo presiones hidrostáticas que imponen a los bloques exteriores la tendencia al volcamiento. Se piensa que una vez cada bloque queda separado o aislado de la masa general se acentúa la degradación y el volteo hasta el desplome final, por acción de socavación en la pata del lado exterior del bloque debida al paso del agua en la quebrada durante los períodos lluviosos.

Quizás el fenómeno de inestabilidad más susceptible de generalizarse en estos materiales puede ser la erosión en los taludes frontales a las quebradas (Olla del Ramo y su afluente cercano al terraplén de acceso), y en la superficie del terreno mas allá de la cresta de dichos taludes, estimada por la ausencia o escasez de vegetación menor (pastos y arbustos) en la zona.

- En la margen derecha y en el área estudiada domina por completo el relleno heterogéneo. El desplazamiento paulatino del eje de la quebrada hacia el sur, representado para 3 fechas diferentes (1981, 1993 y 1999) en el Plano 1, evidencia el crecimiento o avance del relleno hacia el sur y la correspondiente urbanización también avanzando en esta dirección. La línea de contacto entre los materiales naturales (tipo 1) y el relleno heterogéneo (material 2), dibujada en el plano No. 4, localizada con el

concurso de habitantes del barrio y siguiendo minuciosamente escarpes o escalones y cambios de pendiente en la superficie del terreno, evidencia el avance de la construcción de vivienda, que ha ocurrido en un lapso de 10 a 12 años (de 1998 hacia atrás) a juzgar por las edades de las casas reportadas en la encuesta (ver la gráfica superior derecha de la Figura 7-2).

La evolución del relleno puede servir como base para plantear una subdivisión de éste en dos fajas de comportamiento diferente:

- a) Faja interna o del norte, más antigua, confinada lateralmente por la otra faja y verticalmente por las casas y por rellenos superiores para adecuación de pisos y patios. La faja interna debe presentar mejores condiciones que la externa. Esta suposición se apoya también en el estudio de los resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) entre sondeos interno y externo ejecutados en una misma sección transversal (ver las secciones 9 y 12 en el Plano No. 5); en las figuras 2C a 9C se presentan los registros de perforación y los valores del SPT.
- b) Faja externa o del sur, que forma el talud de la margen derecha de la quebrada; es de origen más reciente, no tiene confinamiento apreciable ni sobrecarga densificante de casas y calles. Sus propiedades mecánicas (densidad, SPT) exhiben valores cada vez menores al ir del interior de la faja hacia el talud sobre la quebrada como puede verse en las secciones transversales del Plano 5.

1.2 Delimitación de fajas del relleno:

En el desarrollo del estudio se establecieron dos líneas de contacto entre materiales de apariencia diferente:

- Línea interna, que hemos denominado “contacto histórico” entre el terreno natural y el relleno general. Fue obtenido con la ayuda de moradores antiguos o iniciales del barrio (“vieron crecer el barrio”) siguiendo paso a paso su recorrido anotando como ya se dijo escarpes, escalones, cambios de pendiente en lotes vacíos y patios, y verificando en excavaciones abiertas en el momento de la inspección o en el comentario de algunos que construyeron una casa o un muro.
- Línea externa determinada en campo mediante observación en pequeñas zanjas, localización de grietas o de pequeños escarpes en la superficie del terreno, diferencias de nivel indicativas de asentamiento diferencial, y la apreciación visual y en los sondeos del estado de densidad.

Se propone para efectos del análisis de riesgo tomar la línea interna como separadora del terreno natural (material 1) y el relleno general (material 2); la línea externa entonces se tomará como separación entre las dos fajas del relleno. Puede verse en el Plano No. 4 (geomorfología) que la línea interna es bastante sinuosa y refleja en alto grado las curvas y entrantes del cauce antiguo de la quebrada, mientras que la línea externa es más regular como obedece al hecho de que ya existían los paramentos de las series de casas y cuando se amplió el relleno era forzoso iniciarlo desde el borde de las casas o de los patios que hacía frente a la ronda de la

quebrada. En el plano No. 7 se presenta la zonificación del área de estudio de acuerdo con el tipo de materiales.

La diferencia entre fajas se verifica mediante la comparación de los resultados del SPT, N golpes/pie, entre sondeos a que ya se hizo mención (ver las secciones 9 y 12 del Plano No. 5 y las figuras 2C a 9C). Además se comprueba por la ausencia de daños en las casas de la cara norte de las manzanas del sur del barrio.

La debilidad de la faja externa se evidencia por simple observación pues en ella tienen lugar deslizamientos y flujos de detritos sobre la quebrada, agrietamientos y asentamientos notables y en general el aspecto de inseguridad e inestabilidad que comunica al experto observador. Aporta una prueba más de la baja densidad de dicha faja el carcavamiento pronunciado que ha venido causando la entrega del canal de aguas negras que viene por la parte noreste del barrio.

1.3 Análisis de estabilidad de taludes

Para la evaluación de la estabilidad de taludes se utilizó el programa PCSTABL6, desarrollado en 1986 por Purdue University bajo la dirección del Profesor C.W. Lovell y el programa editor STED 5.24, desarrollado por Hal Van Haller y presentado en 1991. Este programa de computador permite analizar hasta 200 superficies de falla diferentes, empleando siete métodos de análisis, lo cual garantiza la posibilidad de estudiar tendencias del terreno y establecer la más desfavorable y la de mayor probabilidad de ocurrencia. El software incluye además la posibilidad de introducir la variable sísmica, lo cual permite hacer un análisis de estabilidad de taludes muy completo y con gran agilidad. Se efectuaron análisis en secciones representativas de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo, e las cuales se contaba con información completa sobre parámetros geotécnicos para el análisis.

Se consideraron superficies de falla de forma circular y por el contacto entre el material de relleno más suelto y el terreno natural, de acuerdo con los mecanismos de falla postulados en el siguiente numeral. Se consideró una aceleración horizontal de 0.20g en los análisis bajo condiciones dinámicas, de acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá (UPES, 1997), y tres posiciones del nivel freático para obtener una visión general de todas las combinaciones posibles. Los resultados se resumen en gráficos al final del capítulo organizados de la siguiente forma:

SECCIÓN	FIGURAS
2	6-1
9	6-2 y 6-3
12	6-4
15	6-5
18	6-6 y 6-7

En el plano 5 se presentan las secciones de análisis para estabilidad de taludes. En las tablas 6-1 a 6-3 se presenta un resumen de todos los casos analizados, incluyendo los parámetros geotécnicos adoptados, la posición del nivel freático, el tipo de falla asumido y los factores de

seguridad obtenidos. En el Anexo D se presentan las figuras correspondientes a los análisis de estabilidad de taludes.

1.4 Mecanismos de falla del terreno

Adoptando la zonificación del terreno en las 3 unidades “geomorfológicas” (terreno natural, faja interna del relleno y faja externa del relleno), que se describieron antes, se plantean a continuación los mecanismos de falla esperados, con base en la observación de casos reales en el área y en la experiencia en estudios de botaderos de desechos predominantemente térreos.

a) Faja externa:

Es la de condiciones de estabilidad críticas dentro del conjunto estudiado. Como la densidad debe ir decreciendo al recorrerla de norte a sur (desde el interior de la masa del relleno hacia el talud sobre la margen derecha de la quebrada), entonces la forma de falla más probable es la de deslizamiento rotacional superficial que abarque las capas exteriores más recientes. Eventualmente uno de estos deslizamientos puede evolucionar a la condición de flujo de detritos. (Ver las Figuras 6-2 y 6-6 correspondientes a las secciones 9 y 18, respectivamente)

También pueden ocurrir flujos de detritos y de “lodos” superficiales en el talud sobre la quebrada, en sitios de acumulación muy reciente de materiales o donde hay aporte concentrado de agua, por descoles de conductos de aguas negras o de zanjas de desagüe de la vía vecina a la cresta del talud.

Estos casos de falla del relleno sólo amenazan a la vía vecina y a las viviendas construidas directamente sobre el talud. En una de ellas se ha experimentado falla repetida del cuarto del baño pues los servicios sanitarios descargan inmediatamente en el talud; en la imposibilidad de colocar una tubería sobre materiales sueltos o de densificar éstos, los propietarios aceptan como cosa normal el incidente y proceden a reconstruir el baño que por otra parte es una edificación sencilla y precaria de tablas y latas de zinc.

b) Conjunto de fajas interna y externa:

Se considera que en circunstancias extremas podría llegar a ocurrir un deslizamiento rotacional profundo que tuviera su corona en la vecindad del contacto entre el suelo natural y el relleno. Dicho contacto es de forma trapezoidal pues el talud externo del terreno natural tuvo que ser vertical como corresponde a los materiales que lo forman y se observa en la margen izquierda; además la interpretación de los perfiles de los sondeos realizados en las secciones 9 y 18, llevó a dibujar este talud prácticamente vertical (ver el Plano No. 5). Sin embargo, no puede esperarse que ocurra un deslizamiento traslacional de bloque cuya superficie de falla siga exactamente el contacto, sino que en caso de producirse se desarrollaría la rotura dentro del material del relleno que ofrece una cierta homogeneidad en términos de la resistencia al corte, dejando una cuña en el rincón inferior en la cual hay fricción de las paredes con el material natural.

El análisis de estabilidad de cuerpos o bloques que aunque no corresponden a zonas donde el contacto suelo natural-relleno está mas alejado de la quebrada, sí están delimitados por dicho

contacto, realizado para las secciones transversales 9 y 12 (Plano No. 5) suministra apoyo a la suposición anterior. Ver las figuras 6-1, 6-3, 6-4 y 6-7 para las secciones 2, 9, 12 y 18 respectivamente.

2. EVALUACION DE LA AMENAZA

2.1 Identificación y caracterización espacial y temporal de la amenaza

Siguiendo la metodología planteada por Cantillo (1998), se ejecutó en primer lugar la identificación y caracterización espacial y temporal de la amenaza.

Se elaboraron mapas de susceptibilidad general teniendo en cuenta los siguientes factores intrínsecos y detonantes, los cuales se listan con sus respectivos rangos de calificación. Para el procesamiento de estos insumos se empleó el sistema de información geográfica SPANS, en el cual el rango de calificación para cada una de las categorías de una variable debe oscilar entre cero (influencia nula) y 5 (efecto mayor):

- 1- Relieve. Se elaboró un mapa de pendientes a partir del levantamiento topográfico realizado por IGL. Considerando la uniformidad en las formas del terreno a lo largo de la margen estudiada, conformada por una zona relativamente plana donde se ubican las viviendas del barrio y una ladera conformada por el relleno heterogéneo hasta el cauce de la quebrada, se asignaron las siguientes calificaciones (ver el Plano No. 6):

RANGO DE PENDIENTES	CALIFICACIÓN
0° - 15°	1
15° - 22°	4
> 22°	5

- 2- Tipo de Materiales. La susceptibilidad de los materiales ante los fenómenos de remoción en masa se definió con base en los resultados del levantamiento geológico, el reconocimiento geotécnico detallado y los resultados de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio. Se dio especial importancia a las dos fajas de relleno que muestran distinto grado de consolidación y que se definieron anteriormente (ver el Plano No. 7):

TIPO DE MATERIAL	CALIFICACIÓN
Roca (unidades Tar y Tsu)	1
Suelo natural (depósitos cuaternarios Q y Qal)	3
Relleno consolidado (faja interna)	4
Relleno suelto (faja externa)	5

- 3- Procesos degradacionales existentes. Corresponden a los observados durante la evaluación geomorfológica del área (ver el Plano No. 4). Su calificación fue asignada con base en la importancia que cada proceso puede tener en la generación de fenómenos de

remoción en masa sobre la ladera que puedan afectar los objetos vulnerables (ver el Plano No. 8):

TIPO DE PROCESO	CALIFICACIÓN
Ninguno	1
Flujo lento	4
Socavación lateral	4
Deslizamiento	5

- 4- Susceptibilidad ante acción sísmica: se definieron dos fajas de terreno sobre la margen derecha de la quebrada con diferentes grados de susceptibilidad ante condiciones sísmicas. Se evaluó la posición de la superficie de falla para un factor de seguridad de 1.05 bajo el sismo de diseño ($a/g= 0.20$) de acuerdo con el estudio de Microzonificación sísmica de Santafé de Bogotá. Se estudiaron en detalle las secciones que cuentan con información del subsuelo, incluyendo la sección No. 2 donde se empleó la información obtenida por IGL para el estudio del box-culvert de la EAAB. La franja resultante se presenta en el Plano No. 9 y se obtuvo a partir de los puntos obtenidos en las secciones de análisis, extrapolando al resto del área:

SUSCEPTIBILIDAD ANTE SISMOS	CALIFICACIÓN
Baja	2
Alta	5

- 5- Susceptibilidad ante lluvias: puesto que no es posible definir zonas con diferente intensidad de lluvias para el área de estudio por la poca información existente, se asignaron dos grados de susceptibilidad con base en la cobertura actual del terreno, considerando que resultan más afectadas las laderas y zonas descubiertas que soportan directamente el impacto de la lluvia (ver el Plano No. 10):

SUSCEPTIBILIDAD ANTE LLUVIAS	CALIFICACIÓN
Baja	2
Alta	4

- 6- Factores antrópicos: Se considera que la acción antrópica es uniforme en toda el área en cuanto al desarrollo urbano, infraestructura de vías (todas se encuentran sin pavimentar) y cubrimiento de servicios públicos. La cuantificación de este factor no es sencilla, pero se considera que ha sido incluida en algunos de los factores anteriores.

La identificación y caracterización temporal de la amenaza, relacionada con los antecedentes y en este estudio en particular con la evolución geomorfológica de los rellenos, que permite definir el estado de actividad de la zona (Cantillo, 1998), ha sido incluida en la definición de

los tipos de materiales donde se han considerado dos diferentes tipos de relleno con base en dicha evolución.

Se asignaron los siguientes pesos a cada uno de los factores para elaborar el mapa de amenaza por fenómenos de remoción en masa:

FACTOR	PESO
Relieve	20%
Tipo de materiales	40%
Procesos degradacionales existentes	20%
Susceptibilidad ante sismos	10%
Susceptibilidad ante lluvias	10%

2.2 Resultados de la evaluación de la amenaza:

En la plano No. 11 se presenta el mapa resultante de amenaza por fenómenos de remoción en masa. Como el sistema de información geográfica utilizado emplea una calificación variable de 1 a 5, se generaron cinco niveles diferentes de amenaza: a) alta, b) media alta, c) media, d) media baja, e) baja. Se redujeron a tres los niveles de amenaza agrupando las categorías en la siguiente forma:

- Amenaza Alta: integra las categorías (a) y (b), y corresponde a la zona de ladera donde se presentan los problemas de inestabilidad principales. Abarca tres predios del costado sur-oriental de la intersección de la Calle 56 Sur con Carrera 4A Este y seis predios del bloque de la Carrera 4 Este entre la Calle 57 Sur y el carreteable hacia la avenida Caracas, en el extremo occidental del área de estudio. La relación de predios es la siguiente:

Manzana	Lotes
106	022, 021 y 020
115	005, 006, 007, 008, 009, 010 (vacío) y 011

- Amenaza Media: agrupa categorías (c) y (d) e incluye todas las demás casas del área de estudio no incluidas en la zona de amenaza alta y los sectores de mayor pendiente sobre la margen izquierda de la quebrada Olla del Ramo.
- Amenaza Baja: corresponde a la categoría (e) y se trata de las zonas con pendiente suave en la margen izquierda de la quebrada y gran parte del sector oriental del área de estudio, donde están los carreteables hacia los barrios la Fiscala y la parte alta del mismo Danubio Azul.

VII – EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

1. METODOLOGÍA GENERAL

Para el análisis de vulnerabilidad se aplicó la metodología planteada por Soler et al (1999).

1.1 Vulnerabilidad física

En primer lugar se ejecutó una tipificación de las viviendas con base en los criterios de Leone, los cuales se resumen a continuación:

TIPOLOGIA DE VIVIENDA	
TIPO	DESCRIPCION
B1	Tugurios (ranchos).
B2	Casas de mampostería o prefabricadas.
B3	Casas de hasta dos niveles de buena calidad de construcción (con estructura).
B4	Casas de más de dos niveles con buena calidad de construcción (con estructura)

En la zona de estudio no se encuentran viviendas del tipo B4 y predominan construcciones que pueden calificarse como B1 y B2 principalmente. La asignación de categorías para cada una de las viviendas se basó en los resultados del formulario de evaluación de daños estructurales suministrado por la Interventoría (ver el Anexo B). Dicho formulario se aplicó de manera completa a todas las casas localizadas junto a la margen derecha de la Quebrada Olla del Ramo dentro del área de estudio. Para las viviendas de los bloques de construcciones localizados al norte de la Carrera 4 Este se efectuó un recorrido general, dando una calificación con base en una observación rápida del tipo de construcción. Los lotes vacíos se designaron como LV.

Nota: En las Figuras 7-1 a 7-6 se presenta un resumen de los aspectos principales del formato de encuesta aplicado, relativo a las condiciones físicas de las viviendas en la zona de estudio. Las figuras 7-3, 7-4 y 7-6 incluyen lo relacionado con las condiciones estructurales de las viviendas y el nivel de daño registrado en algunos elementos particulares. Se deduce de esta información que los daños importantes en viviendas se encuentran concentrados en unas pocas casas y corresponden con los tipos de vivienda B1 y B2 que presentan especificaciones de calidad muy bajas.

1.2 Calificación de los daños:

Se establecieron tres categorías para calificar los daños producidos en las viviendas por fenómenos de remoción en masa. En este caso se tuvieron en cuenta los resultados sobre el estado estructural y el nivel de daños existente en las viviendas. Los niveles de daño establecidos fueron: (a) Ninguno, (b) Ligero, (c) Medio, y (d) Alto.

1.3 Solicitaciones de la amenaza

El tipo de fenómeno más probable que puede afectar los objetos vulnerables (casas y personas que circulen por la zona) lo constituye el deslizamiento o flujo lento de materiales de la margen derecha hacia la quebrada. Este tipo de fenómeno afecta en mayor grado a las casas localizadas inmediatamente al comienzo de la ladera hacia la quebrada. En este caso los daños que pueden sufrir las viviendas se relacionan con desplazamientos verticales y laterales. Como no existen viviendas en la zona inferior del posible cuerpo del deslizamiento la evaluación se limita a la zona superior.

Para definir la intensidad del movimiento en una zona determinada se evaluó con el programa STABLE la localización en planta de las superficies de deslizamiento para el mecanismo de falla más probable que pueda afectar los objetos vulnerables. Se extrapolaron los resultados de las cinco secciones de análisis para definir una franja de mayor intensidad del fenómeno. Se asumieron las propiedades mas altas para los materiales de relleno y las mas bajas para el material de base, con condiciones medias del nivel freático. En el Plano No. 12 se incluye la línea que separa las dos zonas y que define por lo tanto dos niveles de exposición de los objetos vulnerables. El área comprendida entre el eje de la quebrada Olla del Ramo y la línea de intensidad corresponde a la zona que resultaría afectada por un evento con la mayor probabilidad de ocurrencia.

La intensidad de la sollicitación en términos de la velocidad o rapidez del movimiento para un evento del tipo de deslizamiento se considera rápida.

Con la información descrita se estableció una matriz de vulnerabilidad, como se indica en la siguiente tabla:

INTENSIDAD (EXPOSICION)	TIPOLOGIA DE VIVIENDA			
	B1	B2	B3	LV
ALTA	Alta	Alta	Alta	Media
BAJA	Alta	Media	Media	Baja

En el Plano No. 12 se presenta el Mapa de Vulnerabilidad con los resultados de la evaluación.

VIII – EVALUACIÓN DEL RIESGO

1. METODOLOGÍA GENERAL

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

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

En el plano No. 13 se presenta el mapa de riesgo resultante.

2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

Se han definido tres niveles de riesgo para la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo en el tramo de estudio:

- Zona de Riesgo Alto: Incluye la faja de viviendas inmediatamente junto a la corona de la ladera de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo. Se han destacado en el plano No. 13 dos sectores como de muy alto riesgo en los cuales se debe desalojar y reubicar a las familias afectadas. En general todas las casas de esta franja estarían afectadas en caso de un evento detonante de la susceptibilidad. Los lotes de esta franja que aparecen en estado de riesgo medio corresponden a lotes vacíos. La relación de predios que requieren reubicación son los siguientes:

Manzana	Lotes
115	005, 006, 007, 008, 009, 010 (vacío), 011, 012, 013, 014, 023 y 003
111	020
105	Ninguno
106	022, 021, 020, 005, 006, 007, 008, 009, 010 y 019
117	Ninguno

Entre los criterios considerados para la reubicación de predios se consideró no solo el producto final del análisis de riesgo inicial sino además la relación existente entre el nivel de riesgo y el tipo de vivienda, el nivel de daños actual y los requerimientos mínimos de las soluciones estudiadas. Vale la pena anotar que las recomendaciones finales sobre reubicación de viviendas fueron efectuadas una vez se había realizado el análisis de

alternativas de mitigación. Los predios en zonas de riesgo alto que no se recomienda reubicar pasan a una condición de riesgo medio en el análisis del riesgo luego de poner en práctica las medidas de mitigación recomendadas, por lo cual se justifica su permanencia.

- Zona de Riesgo Medio: Abarca prácticamente todo el resto de viviendas en el área de estudio y su condición se debe principalmente a la vulnerabilidad física de las edificaciones.
- Zona de Riesgo Bajo: Corresponde al sector oriental del área de estudio y a las zonas de menor pendiente sobre la margen izquierda de la quebrada Olla del Ramo, en las cuales no se encuentran objetos vulnerables.

IX – PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

1. SOLUCIONES DE INGENIERIA

A partir de los resultados de las etapas y fases del estudio global contenidas en los capítulos anteriores, tanto desde el punto de vista ingenieril convencional –geotecnia, hidrología e hidráulica- como del estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, pueden plantearse las alternativas que se establecen a continuación.

1.1 Aspectos básicos – generales y específicos – de las obras de mitigación:

Las soluciones para el presente caso pueden incluir las siguientes obras generales:

- a) Evacuación de las familias que habitan edificaciones en condición muy crítica, demolición de éstas y reconfiguración de rellenos mediante terraceo, densificación y drenaje, y retiro parcial o total de los rellenos que se encuentran en condiciones más críticas.
- b) Tratamiento de sectores del cauce de la quebrada afectados por procesos de socavación (en el exterior de curvas entrantes sobre la margen derecha) y protección de la pata de rellenos reconfigurados contra socavación por la quebrada.
- c) Mejoramiento de los rellenos en sitio, recalce y refuerzo de edificaciones existentes, actividades que, de antemano, se consideran muy complicadas.
- d) Complementando (a) o (b), reconfigurar (descargar, terracear, retiro parcial) los rellenos restantes no utilizados aún como fundación de casas, arreglarlos y hacerlos objeto de programas de paisajismo y mejoramiento urbanístico, como los planteados en la sección 4 del siguiente capítulo. Prohibir de manera rigurosa toda nueva utilización o intervención en la ronda de la quebrada.
- e) Manejo general de la quebrada Olla del Ramo ya sea mediante la protección de toda la margen derecha con muro o revestimiento de gaviones o la rectificación del cauce acompañada de la remoción de la faja de relleno en condiciones de estabilidad críticas y relleno de algunas zonas con material seleccionado. Se deberá tener en cuenta en este caso que la rectificación del cauce introduce cambios en la faja de “ronda” de la quebrada.

Entre las medidas básicas de mitigación específica pueden contemplarse obras como las siguientes:

- Peinado de escarpes y sellado de grietas.
- Remoción o retiro parcial o total de rellenos en estado de falla o muy propensos a ella.
- Terraceo y densificación en sitio de rellenos remanentes o confinamiento de estos con rellenos seleccionados.
- Demolición de casas en condiciones muy críticas (manejo de la vulnerabilidad).
- Submuración o recalce de casas en condiciones medianamente críticas.

- Canalización y conducción por tubería de caños de aguas negras y entregas con descoles adecuados.
- Drenaje superficial por medio de canales, zanjas y cunetas revestidas con concreto.
- Drenaje subsuperficial con filtros y trincheras drenantes.
- Control del caño de aguas negras que llegan del barrio La Fiscala, mediante conducción por tubería con entrega o descole apropiado a la quebrada.
- Construcción de un nuevo “box-culvert” con mejoramiento del terraplén de la vía de acceso que cierra por aguas abajo el cauce de la quebrada en la zona estudiada.

2. ALTERNATIVAS DE REGULARIZACION DE LA QUEBRADA

Se propone efectuar una regularización de la quebrada que esté comprendida entre el comienzo del Barrio El Danubio Azul y el terraplén de acceso al barrio. Como alternativas de regularización de la quebrada se proponen las siguientes:

2.1 Alternativa 1: Cambio del terraplén (de acceso) por un pontón

Esta primera alternativa consiste en la construcción de un pontón en el sitio donde actualmente se encuentra el terraplén, que en esencia es un dique. Esta alternativa da la posibilidad de solucionar el problema del paso del caudal de la quebrada en este punto específico, sin remanso. En la actualidad presenta algunos problemas de remanso al atravesar el terraplén y de socavación producida, ésta última con graves consecuencias para la estabilidad de la estructura. Aunque esta alternativa daría solución definitiva al paso de los caudales sin remanso en el sitio del cruce de la vía de acceso con la quebrada, no soluciona los problemas de erosión y socavación que ocurren sobre la margen derecha del cauce, la cual corresponde a un terraplén marginal construido por la comunidad, sin las condiciones técnicas necesarias de estabilidad bajo el paso de un caudal incontrolado y sobre el cual se construyeron viviendas.

2.2 Alternativa 2: Box-culvert bajo el terraplén de acceso

Esta solución presenta condiciones similares a la anterior y consistiría en la construcción de un box-culvert, el cual debe funcionar a flujo libre (no existirían condiciones de remanso a la entrada ni limitaciones a la salida del flujo aguas abajo del terraplén). Se daría una solución puntual y no contempla obra de protección marginal para proteger el talud de la margen derecha de la quebrada, sobre el cual se asienta la población del Barrio El Danubio Azul.

El box-culvert ya ha sido proyectado por la EAAB, como estructura de 8 m² de sección en dos cajones. El estudio geotécnico fue realizado por esta firma y del él hemos extractado la información que se incluye en el Anexo A.

2.3 Alternativa 3: Protección marginal del cauce actual y pontón en lugar del terraplén

Esta solución comprende una combinación de la Alternativa 1 con la protección de las márgenes del cauce, siguiendo el curso actual del mismo. La protección puede hacerse con obras marginales de muros de gaviones que permitan estabilizar la margen derecha de la quebrada donde se construyó el relleno que sirve de asiento a parte de la población del Barrio El Danubio Azul.

2.4 Alternativa 4: Protección marginal del cauce actual y box-culvert en el terraplén de acceso

Esta solución es una combinación de la Alternativa 2 con la protección marginal del cauce siguiendo su curso normal. La protección marginal del talud sería similar a la descrita en el numeral anterior.

2.5 Alternativa 5: Rectificación del cauce y construcción de un canal y box-culvert en el terraplén de acceso

Consistiría en la construcción de un canal a lo largo del cauce existente, mediante rectificación del alineamiento de éste, alejándolo del talud de la margen derecha, lo cual implica un acortamiento del cauce actual y aumento de la pendiente del mismo. Esta solución corresponde a un canal trapezoidal, excavado en tierra, con obras de protección tanto del fondo como de los taludes debido a los procesos erosivos que se generan por las altas velocidades para el caudal máximo esperado en la quebrada con un período de retorno de 100 años.

Al llegar al sitio del terraplén, el canal conectará con un box-culvert mediante una estructura de transición de sección trapezoidal a sección rectangular.

2.6 Alternativa 6: Rectificación del cauce y construcción de un pontón

Esta opción es similar a la Alternativa No. 5, con la diferencia de construir un pontón en lugar del terraplén a cambio del box-culvert.

2.7 Alternativa 7: Box-culvert completo

Consiste en la construcción de un box-culvert desde la intersección de las quebradas hasta aguas abajo del terraplén de acceso. Este box llevará la dirección del cauce corregido como se explicó en el numeral 2.5, funcionaría a flujo libre y se concibe considerando que encima del mismo se plantearía un desarrollo de vivienda y zonas recreacionales.

3. ANALISIS HIDRAULICO DE ALTERNATIVAS

Las alternativas presentadas anteriormente permiten hacer el siguiente análisis:

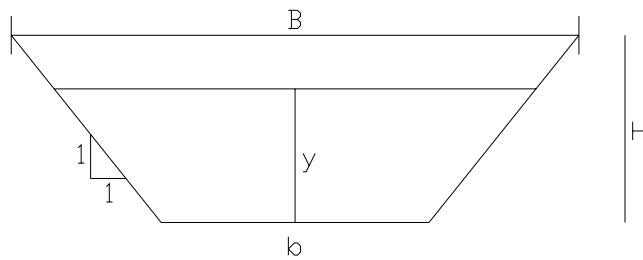
- Las alternativas 2.1 y 2.2 solo darán solución al paso de los caudales máximos esperados para un período de retorno de 100 años, a la altura del terraplén carretable pero no dan solución al problema de estabilización del talud de la margen derecha de la quebrada la Olla del Ramo a la altura del barrio el Danubio. Si se adoptara esta solución, esto implicaría que las personas ubicadas en zona de riesgo deberían ser reubicadas y la zona aislada para cualquier desarrollo urbanístico.
- Las alternativas 2.3 a 2.7 contemplan una solución a los problemas tanto del talud desestabilizado del barrio El Danubio como para el paso de los caudales máximos.

- Las alternativas 2.3 y 2.4 contemplan obras marginales de estabilización de la margen derecha de la quebrada, frente al barrio El Danubio Azul, pero dadas las condiciones poco técnicas como se amplió el talud tanto en su proceso constructivo como por el tipo de materiales, hace muy vulnerable la margen aunque se construyan obras de protección marginal aledaño al mismo, requiriéndose remover la mayor parte del terraplén construido para garantizar la estabilidad de la obra marginal que se implemente.
- Las alternativas 2.5 y 2.6 son las más atractivas desde el punto de vista técnico, ambas de viabilidad similar, permiten retirar el efecto del flujo sobre el talud ampliado por los habitantes del barrio El Danubio, disminuyendo los efectos de erosión y socavación sobre dicho talud y garantizando el paso de los caudales máximos en la sección hidráulica que se defina.
- La alternativa 2.7 fue analizada con el fin de proponer una solución que permita entubar la quebrada desde aguas arriba del barrio el Danubio Azul hasta aguas abajo del terraplén carretera aledaño a la Ladrillera Santafé. El consultor, aunque presenta los cálculos para el box-culvert que serviría de entubamiento, en condiciones de flujo libre, no recomienda esta solución teniendo en cuenta que dicha estructura podría sufrir obstrucciones a la entrada ya sea por deslizamiento de algún talud aguas arriba o por material que pueda arrastrar la quebrada y ocluya la entrada, generando en cualquiera de estos casos una sobreelevación del nivel del agua, alcanzando niveles de desbordamiento, lo cual sería catastrófico en el caso de existir un desarrollo de vivienda encima de dicho box-culvert.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, se presenta en el numeral siguiente el diseño del canal. (En el Anexo E se presenta el prediseño realizado para el box-culvert).

4. DISEÑO DEL CANAL RECTIFICADO

Con base en la información hidrológica y topográfica recopilada en el sitio del proyecto, se diseña un canal trapezoidal, que consiste en la rectificación del actual cauce y que conectará con el box-culvert anteriormente relacionado. Con base en la velocidad máxima que se pueda presentar, se calcula la competencia del cauce para definir si el canal requiere obras de protección en su perímetro. En la Figura 9-1 se presenta el perfil de la alternativa del canal, el cual tendrá las siguientes características:



$$A = \left| \frac{B+b}{2} \right|^y$$

$$A = \left| \frac{b+2y+b}{2} \right|^y$$

$$A = (b+y)y$$

$$P = b + 2y(2)^{1/2}$$

$$R = \frac{(b+y)y}{b + 2y(2)^{1/2}}$$

El canal se diseña para las siguientes condiciones:

$$Q=51 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N=0.02$$

$$SO=0.0241$$

$$b=6.0 \text{ m}$$

$$Z= 1:1$$

$$H=2.0 \text{ m}$$

$$(AR)^{2/3} = (b+y)y \left| \frac{(b+y)y}{b + 2y(2)^{1/2}} \right|^{2/3}$$

$$(AR)^{2/3} = \frac{51.0 \times 0.02}{\left[(0.0241)^{1/2} \right]} = 6.57$$

$$6.57 = (b + y)y = \left| \frac{(b + y)y}{b + 2y(2)^{1/2}} \right|^{2/3}$$

$$\begin{aligned} y &= 1.055 \text{ m} \\ B &= 8.11 \text{ m} \\ H &= 2.0 \text{ m} \end{aligned}$$

La solución de la anterior ecuación nos permite presentar los resultados de las dimensiones del canal.

En las Figuras 9-2 a 9-5 se presentan esquemas de la sección rectificada con el canal. Los diseños detallados se presentan en los planos 16 a 18.

4.1 Condiciones límites hidráulicas del canal.

Las condiciones hidráulicas al inicio y al final del canal serían las siguientes:

Lámina de agua a la entrada del canal puede aceptarse $H=1.40$ m que es la encontrada para un periodo de retorno de 100 años y caudal de $51 \text{ m}^3/\text{s}$ en la sección 18, que corresponde a la lámina de agua en condiciones actuales y por consiguiente una velocidad de 4.36 m/s .

Las condiciones hidráulicas a la salida del canal son las encontradas en éste numeral: lámina de agua a la salida $H=1.055$ m, Area $A= 7.44 \text{ m}^2$ y Velocidad de salida $V= 6.85 \text{ m/s}$.

4.2 Competencia del cauce actual

Para establecer el tamaño máximo del material que puede transportar el caudal máximo se aplica la siguiente ecuación propuesta por Skoklish. Dicha aplicación se efectúa en cada una de las secciones analizadas en el estudio, como son las 3, 4, 15 y 18.

$$\phi = \frac{\gamma \times R \times S}{0.047x (Se^{-1})}$$

$$\phi = \frac{1 \text{ T/m}^3 \times R \times 0.0241}{0.047x (2.4^{-1})}$$

Sección	R	ϕ
3	1.13	0.36
4	1.08	0.35
15	0.83	0.27
18	1.18	0.38

Se presenta un valor promedio de Φ de 0.34 m el cual servirá para determinar la clase de enrocado a colocar en los taludes y fondo del cauce como obra de protección del canal. En la Figura 9-6 se presenta un detalle de la protección.

En el Plano 14 se presenta el detalle de la sección del canal a construir con revestimiento de colchoneta de gaviones de 0.5 m de espesor.

4.3 Resultados del Diseño.

Con base en el anterior análisis y la socavación calculada, el canal tendrá las siguientes condiciones de diseño:

- Geometría del canal:

- Longitud del canal = 410 m
- Base = 6.0 m
- Altura = 2.0 m
- Talud = 1:1

- Protección aguas arriba.

A la entrada del canal se deberá construir un enrocado con un diámetro medio de 0.38 m, con un espesor de 2.0 m y una longitud de 10 m en dirección aguas arriba del inicio del canal.

- Protección aguas abajo.

A la salida del canal se deberá construir un enrocado con un diámetro medio de 0.38 m, con un espesor de 3.5 m y una longitud de 10 m, en dirección aguas abajo del final del canal. En la Figura 9-7 se presenta un perfil de la transición del canal al box-culvert proyectado por la EAAB bajo el terraplén de acceso. La transición tiene una longitud de 4.5 m y deberá estar conformada por piedra pegada de $D_{50}=0.20$ m.

- Protección del canal

El canal irá protegido con sistema de gaviones de 2.0 m x 1.0 m x 0.5 m.

5 PLANTEAMIENTO GENERAL DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

Atendiendo en esencia las consideraciones de riesgo plasmadas en el capítulo 8 y en el plano 13, se plantean las siguientes alternativas:

1) No acometer obras mayores:

Sería una solución cercana a la que conceptualmente se denomina “no hacer nada”, pues de todas maneras abarcaría como mínimo lo siguiente:

- a) Evacuación y demolición de casas de alto riesgo y reubicación de sus moradores. Arreglo de los lotes vacíos.
- b) Canalización en concreto y construcción de descole del caño de aguas negras que viene de La Fiscala y atraviesa el sector noreste del Danubio Azul. (Ver en la Figura 9-8 la sección de este canal)
- c) Conducción y construcción de descole apropiado, de las cañerías de aguas negras de las casas vecinas al talud de la margen derecha de la quebrada.
- d) Prohibición estricta de la construcción de nuevas viviendas en la parte de la ronda de la quebrada que se encontró de alto riesgo (incluyendo en especial los lotes de las casas demolidas).

Estas obras no atenderían a la mitigación de riesgos por fenómenos de remoción en masa ante sismo o saturación total de la faja externa de relleno o socavación intensa por crecientes de la quebrada.

2) Mejoramiento parcial o selectivo de la faja crítica o de alto riesgo (Plano No. 14):

- a) Incluye desde un comienzo las obras o actividades 1(a) a 1(c).
- b) Retiro de sectores del relleno heterogéneo de la faja externa, como los que ya se encuentran en deslizamiento o en flujo de detritos, los muy sueltos y tal vez mas recientes y los sometidos a la descarga de cañerías de aguas negras. En las secciones transversales de los planos 16 a 19 se indica con líneas a trazos cortos la remoción mínima recomendada, en la cual se adoptaría el talud 1,5H:1V que se halló como inclinación máxima aceptable en los análisis de estabilidad.
- c) Densificación (compactación) general de los materiales del talud frontal que quedaría después de ejecutar la actividad (b) anterior. Se acudiría a la utilización de rodillos lisos vibratorios descolgados sobre el talud, o a la aplicación de golpes con martillos accionados en equipos portátiles, similares a los trípodes de equipos livianos de perforación por percusión.
- d) Construcción de muros de gaviones en las zonas críticas por socavación ya existente o por socavación potencial alta. Se estima que se colocarían estas estructuras como máximo en un 30% de la longitud de quebrada estudiada que fue de 400 m, o sea en unos 120 m máximo de la margen derecha del cauce.
- e) Igual a 1(d) pero adicionando un programa de arborización y empradización del talud.
- f) Mejoramiento y control del drenaje superficial mediante construcción de una zanja de coronación revestida con concreto a todo lo largo de la parte exterior de las carreras 4A Este y 4B Este en el sector oriental, (aledañas a la corona del talud de la margen derecha). La sección de la zanja de coronación se presenta en la Figura 9-9.

Como en la Alternativa 1, en ésta tampoco se mitigarían los riesgos por fenómenos de remoción en masa disparados por los agentes ya mencionados.

3) Mejoramiento del talud actual con protección de la margen derecha de la quebrada a todo lo largo del tramo estudiado. Incluiría lo siguiente:

- a) Todas las obras incluidas en 2(a) a 2(c).
- b) Construcción de un muro de gaviones para protección del talud de la margen derecha de la quebrada en los 400 m de longitud del tramo vecino al barrio Danubio Azul.
- c) Igual a 2(e).
- d) La obra contemplada en 2(f) pero adicionando la pavimentación con concreto asfáltico de la carrera 4A Este.

Con estas obras habría apenas una ligera mitigación de los riesgos ya vistos, proporcionada por el muro de gaviones. Deja sin atención efectiva dichos riesgos.

4) Rectificación del cauce y construcción de un canal a cielo abierto revestido con colchoneta de gaviones (Planos No. 14 a 18):

- a) Obras 1(a) y 1(b).
- b) Corte en relleno heterogéneo (talud 1.5H:1V) para retiro de materiales sueltos o húmedos propensos a inestabilizarse, en toda la faja de alto riesgo.
- c) Corte en terreno natural de la margen izquierda de la quebrada para conformar la sección transversal del canal.
- d) Reconformación y limpieza del lecho de la quebrada para preparar la fundación de la base del canal.
- e) Construcción de relleno seleccionado en reemplazo del relleno heterogéneo retirado en la actividad (b) anterior.
- f) Construcción de revestimiento con colchoneta de gaviones de 2x1x0,5 m.
- g) Construcción de las obras de paisajismo y mejoramiento urbanístico que se describen en la sección 4 del siguiente capítulo y en el plano 23.

En esta alternativa se haría una mitigación efectiva de los riesgos estudiados al retirar por completo la faja crítica del relleno heterogéneo, construir un nuevo relleno seleccionado que confina a lo restante del heterogéneo y evitar fenómenos de socavación dada la canalización del cauce y su revestimiento con colchoneta de gaviones.

- 5) Rectificación del cauce mediante la construcción de un box-culvert de concreto reforzado:**
- a) Igual a 4(a).
 - b) Igual a 4(b).
 - c) Corte en terreno natural de la margen izquierda de la quebrada, que depende de la sección transversal de la quebrada.
 - d) Igual a 4(d), para preparar el terreno de fundación del box-culvert.
 - e) Construcción del box-culvert.
 - f) Construcción del relleno seleccionado lateral y del relleno de tapado del box-culvert.
 - g) Ejecución de las obras de paisajismo y mejoramiento urbanístico contemplados en el capítulo siguiente y en el plano 23.

Esta alternativa, similar a la #4 mitigaría en alto grado el riesgo determinado en el estudio. Sin embargo, deja una amenaza latente de inundación y posible avalancha ante el caso de obstrucción de la entrada al canal por atascamiento con árboles, ramas y escombros arrastrados de la parte superior de la hoya hidrográfica, como se comentó en el numeral 3 del presente capítulo.

6 ANALISIS ECONOMICO

La comparación económica de todas las alternativas estudiadas se presenta en el cuadro 9-1. En el cuadro 9-2 se han separado los costos de las obras de paisajismo y mejoramiento urbano que se describen el próximo capítulo.

X – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. ASPECTOS SOCIALES Y AMBIENTALES

1.1 Crecimiento urbano incontrolado:

El crecimiento desmesurado de una ciudad como Santafé de Bogotá, en las últimas seis décadas, ha hecho que ésta se haya desbordado en cuanto a la posibilidad de respuesta que debieran tener las administraciones distritales, viendo surgir barrios aferrados a las montañas sobre zonas con serias amenazas por fenómenos de remoción en masa, o localizados en terrenos inundables, en donde sus habitantes carecen de todo aquello que caracteriza la razón de ser de una ciudad.

El proceso de desarrollo urbano incipiente se aceleró a finales de los años sesenta con la proliferación de urbanizadores piratas que lograron captar la migración campesina, sobre los terrenos montañosos, no aptos para la agricultura. Estos desarrollos clandestinos de invasión han ocupado las partes más altas del sur de la ciudad, conformando un cordón tuguerial alrededor de sectores en largo proceso de consolidación.

1.2 Consideraciones socioeconómicas y ambientales:

La ocupación clandestina por su situación de ilegalidad ha generado un desarraigo de sus habitantes, de origen campesino afectados por procesos de violencia y acentuado por la habitualidad de la ausencia del estado en la solución conjunta de sus condiciones mínimas de subsistencia. Aunque la especulación de la tierra es generalizada, dada la limitación del potencial de las áreas suburbanas, este mercado sigue siendo el menos oneroso y por lo tanto el más atractivo para los grupos de escasos recursos económicos.

Esta ocupación desmesurada del espacio suburbano, sin ningún tipo de planeación urbanística, ni de solución de las necesidades básicas, genera una rápida transformación del paisaje natural, en detrimento del medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.

1.3 Principio de respuesta institucional:

Las autoridades de la ciudad de Bogotá, hoy día como Distrito Capital, a través de diversos organismos han planteado y desarrollado con logros de magnitud variable, diversos programas de ordenamiento, control y mejoramiento de la situación descrita. En la actualidad las políticas y programas con estos propósitos se centran en el Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas 1998 - 2001, "Por la Bogotá que queremos", aprobado mediante Acuerdo No. 06 de 1998, en el cual se define como una de sus prioridades la "Ciudad a escala humana" para "recuperar el espacio público en donde se comparte socialmente la ciudad y devolver un elemento primario al hombre para que pueda iniciar un proceso de resocialización con el entorno y con sus conciudadanos. Se trata de reubicar el centro conceptual de la ciudad en el ser humano y fundar parte de las bases para recomponer la vida en común en Bogotá. De esta manera se volverá a tener una ciudad que invite a niños, jóvenes, ancianos y adultos a disfrutar y a vivir en ella. Una ciudad con

parques y áreas verdes que posibilite y optimice el uso del tiempo libre de los ciudadanos, estimule la convivencia civilizada, fortalezca la amistad entre vecinos, mejore la seguridad ciudadana, promueva y fomente la cultura del cuidado y mantenimiento del espacio público por parte de los ciudadanos y ofrezca una mejor calidad de vida a todos sus habitantes” (Artículo 13).

Es importante mencionar que el éxito de estas acciones encaminadas a la apropiación social de espacio público por parte de los ciudadanos, deberá ser acompañado de un efectivo cambio en la estructura socioeconómica de la población que permita el desarrollo cultural y físico de sus habitantes, en un ambiente urbano que le garantice unas condiciones mínimas de bienestar humano.

Por otra parte, resultan de importancia fundamental para alcanzar los propósitos de un plan como éste las actividades de la UPES en la atención, manejo y mitigación de situaciones de amenaza por eventos naturales, con fuerte componente antrópica en las condiciones marginales de segmentos de la población como los aludidos en las secciones 1.1 y 1.2, a través de estudios de riesgos como el aquí desarrollado, y las actividades del DAMA en torno al mejoramiento del medio ambiente o las de la EAAB en la necesaria dotación de infraestructura sanitaria y el suministro de agua de la calidad requerida para el consumo humano.

2. RECOMENDACIONES

A partir de las consideraciones geotécnicas, hidráulicas y socioeconómicas expresadas en los capítulos anteriores y lo discutido en reuniones con el grupo de Interventoría y los profesionales de la UPES se recomienda adoptar una alternativa que combina elementos de las alternativas 1 y 4 del numeral 5 del capítulo anterior.

- a) Evacuación y demolición de casas de alto riesgo y reubicación de sus moradores. Arreglo de los lotes vacíos.

La relación de predios que requieren reubicación es la siguiente (ver el Plano 14)

Manzana	Lotes
115	005, 006, 007, 008, 009, 010 (vacío), 011, 012, 013, 014, 023 y 033
111	020
105	Ninguno
106	22, 21, 20, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 19
117	Ninguno

Como se anotó en el numeral 2 del Capítulo 8, entre los criterios empleados para la reubicación se consideró el producto final del análisis de riesgo inicial, la relación existente entre el nivel de riesgo y el tipo de vivienda, el nivel de daños actual y los requerimientos mínimos de las soluciones estudiadas. La recomendación final para

reubicación de viviendas se basó en el análisis de riesgo realizado luego de considerar todos los efectos al poner en práctica las obras de mitigación.

- b) Canalización en concreto y construcción de descole del caño de aguas negras que viene de La Fiscala y atraviesa el sector noreste del Danubio Azul. (Ver la localización en planta en el plano 14 y el detalle de la sección transversal en la Figura 9-8).
- c) Conducción y construcción de descole apropiado, de las cañerías de aguas negras de las casas vecinas al talud de la margen derecha de la quebrada. La localización en planta y la sección transversal del descole se presentan en el plano 14.
- d) Corte en relleno heterogéneo (talud 1.5H:1V) para retiro de materiales sueltos o húmedos propensos a inestabilizarse, en toda la faja de alto riesgo.
- e) Corte en terreno natural de la margen izquierda de la quebrada para conformar la sección transversal del canal. Las secciones transversales de detalle se presentan en los planos 16 a 19.
- f) Reconformación y limpieza del lecho de la quebrada para preparar la fundación de la base del canal.
- g) Construcción de relleno seleccionado en reemplazo del relleno heterogéneo retirado en la actividad (b) anterior.
- h) Construcción de revestimiento con colchoneta de gaviones de 2.0x1.0x0.5 m. En el plano 14 se presenta la localización en planta del revestimiento y en los planos 16 a 18 las secciones transversales correspondientes.
- i) Construcción de las obras de paisajismo y mejoramiento urbanístico que se describen en la sección 4 de este capítulo y en el plano 23.

Las cantidades de obra de esta alternativa y el presupuesto correspondiente se presentan en el cuadro 10-1.

3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El Barrio el Danubio Azul no presenta sistema de alcantarillado para las casas ubicadas sobre el costado derecho de la quebrada Olla del Ramo, las cuales arrojan directamente sobre la quebrada, produciendo en éste momento inestabilidad sobre el terreno.

Se propone la construcción de un alcantarillado de aguas negras que evacue las aguas de las casas que colindan con la quebrada, la cual evacuaría las aguas de la siguiente manera:

Sobre la calle 57 sur con la carrera 4 Este se ubicaría un pozo No 1 inicial; partiendo de éste pozo saldría una tubería de 12" la cual iría a lo largo de la calle 57 sur desde la carrera 4 este hasta la carrera 4 A este, Pozo No 2, y continuaría por ésta carrera hasta el pozo existente sobre la calle 56 sur, en tubería de 12". Estas aguas de descargarán sobre un pozo

nuevo No 4 y éste a su vez descargará sobre el canal rectificado. (Ver la Figura 10-1 y localización del corte A-A en el Plano 14).

Una pequeña zona entre la calle 55 sur y la 56 sur se evacuará sobre un pozo existente en la calle 55 sur, el cual presenta un cabezote de descarga sobre la quebrada

Se presenta un prediseño del sistema de alcantarillado en el Cuadro 10-2.

ESTUDIO GEOTÉCNICO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO EL DANUBIO AZUL - LOCALIDAD DE USME

PREDISEÑO DEL SISTEMA SANITARIO

ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS FLUJO SUBCRÍTICO

DISEÑO : Ingeniero Carlos Barragán

PROYECTO: BARRIO EL DANUBIO AZUL

DE	A	AREA Ha	lt/s/Ha	Q medio lt/s	Q máximo lt/s	Q Máximo Horario lt/s	Q Diseño lt/s	Longitud m	Pendiente %	Diámetro Pulg.	Q/Qo	n	Y m	N° de Froude	D m	Diámetro Pulg.
1	2	0.08	2.25	0.17	6.80	6.82	11.36	30.00	0.28	12	0.23	0.014	0.08	0.53	0.06	12
2	3	0.24	2.25	0.54	6.80	6.85	11.41	128.00	0.35	12	0.21	0.014	0.08	0.59	0.05	12
3	4	0.56	2.25	1.26	8.30	8.42	14.03	18.00	0.70	12	0.18	0.014	0.07	0.84	0.05	12
4	Canal	0.56	2.25	1.26	8.30	8.42	14.03	22.00	0.70	12	0.18	0.014	0.07	0.84	0.05	12

DE	A	Qo lt/s	Vo m/s	Caída tramo. m	Cota Clave (m)		Caída tramo. m	Cota rasante (m)		Recubrimiento (m)		Vreal m/s	V ² /2g m	Yc m	Hw m	Diámetro del pozo (m)
					Superior	Inferior		Superior	Inferior	Superior	Inferior					
1	2	49.57	0.68	0.08	2603.58	2603.50	0.08	2605.00	2605.00	1.42	1.50	0.40	0.01	0.06	0.10	1.20
2	3	55.42	0.76	0.45	2603.45	2603.00	0.45	2605.00	2605.00	1.55	2.00	0.43	0.01	0.06	0.10	1.20
3	4	78.37	1.07	0.06	2601.56	2601.50	0.06	2605.00	2602.70	3.44	1.20	0.59	0.02	0.07	0.11	1.20
4	Canal	78.37	1.07	0.06	2600.46	2600.40	0.06	2602.50	2600.70	2.04	0.30	0.59	0.02	0.07	0.00	1.20

NOTA: Los pozos 1 a 4 se presentan en el plano 14

CONVENCIONES:

lt/s/Ha = Litros por segundo por hectárea

Q/Qo = Capacidad máxima hidráulica

n = Coeficiente de Manning

Y = Profundidad del flujo (m)

D = Profundidad media hidráulica (m)

Qo = Caudal a tubo lleno (lt/s)

Vo = Velocidad a tubo lleno (m/s)

V²/2g = Cabeza de velocidad

Yc = Profundidad crítica (m)

Hw = Caída total (m)

CUADRO 10 - 2

4. PROPUESTA DE PAISAJISMO Y MEJORAMIENTO URBANISTICO

Partiendo del diagnóstico de la situación de riesgo que presenta la ocupación de la ronda de la Quebrada la Olla del Ramo en inmediaciones del Barrio Danubio Azul y las recomendaciones geotécnicas con sus respectivas obras y adecuaciones se elaboró una propuesta a nivel de anteproyecto para la recuperación del paisajismo y el espacio urbano denominada **Parque Lineal de la Olla** (ver el Plano 23). Dicho planteamiento se desarrolla sobre la propuesta geotécnica e hidráulica que presenta las mayores posibilidades y ventajas en su construcción, facilitando posteriormente el diseño del proyecto arquitectónico y paisajístico detallado y la apropiación real por parte de los vecinos. Inicialmente se había planteado el desarrollo de dos alternativas pero se acordó elaborar una sola propuesta sobre la alternativa de adecuación morfológica que mayores posibilidades de implementación tenía, debido a su factibilidad económica.

El objetivo de esta parte del estudio y la propuesta de paisajismo presentada se enmarcan dentro del Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas 1998-2001 mencionado en el numeral 1 de este capítulo.

El diseño arquitectónico del parque lineal para la recuperación paisajística de la ronda de la quebrada surge de la idea de **APROPIACION COMUNITARIA**. Lo que se busca con esta propuesta es cambiar el estado de espacio residual dado a la quebrada, situación que es notoria y que ha acelerado su proceso de deterioro tanto físico como social, y darle una función dentro del barrio, es decir, por medio de la recuperación paisajística motivar a los habitantes del sector a su uso permanente e integrarla a sus actividades cotidianas como pueden ser el desplazamiento y la recreación. Se intenta cambiar la actitud de dar físicamente la espalda a la quebrada.

La propuesta de diseño, busca por lo tanto, acentuar un recorrido principal cotidiano a lo largo de este Parque Lineal, articulando actividades de recreación pasiva y activa. Como parte fundamental del éxito de la propuesta, es indispensable buscar la descontaminación de las aguas de la quebrada, que hagan el lugar más amable y propicio para los habitantes que busquen allí desarrollar actividades de esparcimiento o simplemente un paisaje más agradable a lo largo de su diario recorrido.

En el diseño presentado se han trabajado los componentes de diseño urbano y amoblamiento, dentro de un planteamiento integral de desarrollo sostenible que permite la utilización de la obra de estabilización geotécnica de la ronda como áreas peatonales y verdes recreativas, tendientes a su recuperación ambiental y paisajística, como parte de la estructura verde del espacio público de la ciudad.

La propuesta de diseño plantea como elemento articulador del proyecto el eje peatonal principal sobre la ronda de la quebrada, hacía el barrio de la Fiscala, el cual a lo largo de su recorrido determina la unión tangencial de las actividades propuestas como componentes espaciales del parque lineal, tales como una plaza de acceso sobre la vía principal, el puente mirador en mampostería estructural sobre la quebrada de la Olla del Ramo, los miradores con el amoblamiento urbano oficialmente aprobado (Decreto 170 de 1999), el parque infantil

y el pequeño auditorio al aire libre con capacidad para 300 personas, para presentaciones musicales y culturales a nivel de barrio, que se integran a la trama de vías vehiculares del barrio. La mayor parte del área libre está dedicada a los espacios verdes con vegetación, de ayuda para su estabilización, sobre los taludes cuya pendiente no permite desarrollar recreación activa.

Es fundamental desarrollar un trabajo previo en la comunidad que les haga comprender el valor del espacio público, como un patrimonio de todos. La delimitación del área de influencia directa del proyecto, será fundamental para discriminar las áreas del proyecto de acuerdo con la composición familiar por edades, respondiendo en el diseño definitivo a cada una de ellas, bajo el concepto de arraigo a la localidad, dentro de un parque de barrio.

La definición de las especies a utilizar en cada una de las áreas del Parque será objeto y se realizará durante el desarrollo del proyecto urbanístico y paisajístico detallado, y deberá estar de acuerdo con las recomendaciones del Manual de Arborización Urbana publicado por el Jardín Botánico (1999).

Como recomendación final, es importante plantear alternativas de mantenimiento del lugar que garanticen la óptima conservación del espacio público, posterior a la terminación y entrega de la obra, impidiendo su deterioro y por consiguiente el incumplimiento del objetivo inicial de la propuesta.

En el cuadro 9-2 del capítulo anterior se presentan los costos de las obras de paisajismo y mejoramiento urbano que se describen el próximo capítulo.

5. ASPECTOS ESTRUCTURALES – REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES

Luego de evaluar los resultados de las encuestas hechas en el barrio y con base en las visitas realizadas, así como en la evaluación de vulnerabilidad física, se pretende mejorar el comportamiento y funcionamiento de los diferentes tipos de viviendas, ante los requerimientos de cargas gravitacionales y, en alguna medida, ante un sismo.

Se tiene como premisa que el suelo que recibe las cargas es competente para dicho fin, es decir, construir estas mejoras en zonas de deslizamiento activo sería infructuoso, ya que el movimiento del suelo impediría el funcionamiento de cualquiera de los sistemas estructurales.

Dadas las características de las viviendas, debe evitarse acudir a obras técnicamente complicadas, ya que sus precios de ejecución desvirtuarían el objetivo de las mismas.

Desde el punto de vista estructural se han definido dos grandes grupos de viviendas que abarcan los distintos tipos de construcciones: en caso de que una alternativa de construcción no se ajuste en su totalidad a uno de estos grupos, se procurará construir las obras faltantes para lograr el objetivo de la mejora estructural.

1. Casas de estructura rígida: son aquellas de uno o dos pisos que cuentan con cimiento

corrido de concreto reforzado por debajo de los muros del primer piso y que reciben las cargas verticales de los muros y de la placa del segundo piso y/o la cubierta. Tienen machones de concreto reforzado o columnas de confinamiento de concreto reforzado continuas desde las vigas de cimentación hasta la cubierta de la casa (liviana o placa) y vigas de concreto reforzado en cada nivel estructural y en las dos dimensiones ancho y largo y, además, en el segundo piso y/o cubierta.

2. Casas de estructura flexible: son aquellas de un piso que cuentan con marcos de madera conformados por columnas y vigas a nivel de cubierta, que es liviana, con entramado de madera y tejas livianas.

Para las casas de estructura rígida en la Figura 10-2 se presenta un esquema general de una estructura con propiedades aceptables para comportarse adecuadamente ante un sismo.

Para las casas con estructura flexible, recomendamos como medida urgente y primaria, asegurar muy bien la cubierta con puntillas, pequeños ángulos metálicos en "L" o sistemas equivalentes. Es claro que en algunas viviendas éste vínculo marco-cubierta es débil y precario. En un futuro estas estructuras deberían cambiarse por otras (rígidas o flexibles) pero que respondan a unos principios elementales de construcción.

Se llama la atención en el sentido de que con estas recomendaciones no se cumplen a cabalidad las normas de construcciones sismoresistentes NSR-98 ya que demandarían obras costosas, pero si se están señalando intervenciones en las viviendas para mejorar sustancialmente su funcionamiento, siempre de acuerdo con principios válidos de ingeniería estructural.

6. MITIGACION DEL RIESGO

Para la alternativa recomendada se efectuó un nuevo análisis de riesgo para evaluar comparativamente con el riesgo existente.

6.1 Amenaza

El mapa de amenaza modificado se obtuvo a partir de las mismas variables consideradas en el capítulo 6 y manteniendo las mismas calificaciones para las categorías de cada variable y los mismos pesos dentro del mapa de amenaza, teniendo en cuenta lo siguiente:

- 1- Relieve. Se mantuvo el mapa de pendientes elaborado inicialmente por la dificultad de generar un nuevo mapa a partir de las obras propuestas. Considerando que el cambio principal será el de unos mejores materiales pero manteniendo en general una zona inclinada en la ladera de la margen derecha de la quebrada, esta suposición se considera razonable (ver el plano 6).

- 2- Tipo de Materiales. Se elimina todo la faja externa de relleno suelto y se reemplaza por un material que podría denominarse como relleno consolidado, equivalente a la faja interna. (Ver la Figura 10-3).
- 3- Procesos degradacionales existentes. Si se acometen las obras recomendadas, se corrigen y controlan los procesos que han afectado el sector, por lo cual toda la zona es uniforme y sin ningún tipo de proceso degradacional. (Ver la Figura 10-4).
- 4- Susceptibilidad ante acción sísmica: se redefinieron las dos fajas de terreno sobre la margen derecha de la quebrada con diferentes grados de susceptibilidad ante condiciones sísmicas, considerando las secciones transversales que se obtendrán con las obras de mitigación y las propiedades de los materiales que conformarán estos taludes. (Ver la Figura 10-5).
- 5- Susceptibilidad ante lluvias: se modificaron las condiciones de cobertura actual en las calles en las cuales el I.D.U. adelanta estudios para pavimentación, los cuales ya han sido adjudicados y se encuentran en fase de aprobación de diseños. Aunque podría darse una categoría de susceptibilidad intermedia a la zona del talud que quedaría expuesto por lo que sería empradización se mantiene en esta zona la misma categoría (condición mas desfavorable para el análisis). (Ver la Figura 10-6)

En el mapa 20 se presenta el mapa de amenaza modificado. Se aprecia claramente que en la zona de la margen derecha de la quebrada Olla del Ramo se eliminan completamente las categorías de amenaza alta y media alta, obteniéndose en toda la zona una amenaza media, la cual se considera aceptable técnicamente. El aumento en los factores de seguridad ante fenómenos de remoción en masa en las secciones de análisis del capítulo 6 es extremadamente importante.

6.2 Vulnerabilidad:

Para el análisis de vulnerabilidad luego de acometer las medidas de mitigación se calificaron nuevamente los predios con base en una línea de intensidad del evento modificada, producto de análisis de estabilidad de taludes considerando las obras de mitigación. Los resultados se presentan en el plano 21 en el cual resulta notorio el cambio en el nivel de exposición ante fenómenos de remoción en masa de las viviendas en el área de estudio. A pesar de las grandes dificultades reales por razones económicas que se tienen para reducir la vulnerabilidad física de las viviendas expuestas, las obras recomendadas mejoran las condiciones de las viviendas de la zona.

6.3 Riesgo:

En el mapa No. 22 se presenta el mapa de riesgo resultante a partir de las mismas consideraciones del capítulo 8. Las zonas que originalmente se encontraban en zonas de riesgo muy alto y alto han desaparecido y toda la franja de la margen derecha se encuentra en un nivel de riesgo medio. Ningún predio en la zona de estudio permanece en zonas de riesgo

alto. Es evidente que se obtiene una condición mucho más favorable al acometer las obras de mitigación.

Santafé de Bogotá, Julio 6 de 1999

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.

Ing. JULIO E. MOYA BARRIOS
Gerente

ANEXOS

ANEXO A

ESTUDIOS PREVIOS EN EL AREA

En noviembre de 1998 Ingeniería y Geotecnia Ltda. realizó para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, División de Mantenimiento Alcantarillado, el “Estudio de Suelos y Cimentaciones para Estructuras Hidráulicas Quebrada La Olla del Ramo – Ladrillera Santa Fe”, Trabajo #1690-26. En carácter de aporte de información para el presente estudio se extractan varias secciones del estudio anterior. Esta información complementa la exploración del subsuelo y los ensayos de campo y laboratorio, así como lo relativo a obras de mitigación de la amenaza por socavación lateral ante crecientes de la quebrada.

Estructuras hidráulicas - Acceso al Barrio Danubio Azul:

En la margen izquierda el cauce es controlado por terrazas bajas de arcillas limosas duras susceptibles a fenómenos de erosión laminar. En la margen derecha de la Quebrada se localiza el Barrio Danubio Azul donde se han dispuesto rellenos no controlados de basuras y escombros de construcción, espesor aproximado entre 11 y 15 m. Estos rellenos descansan sobre el depósito cuaternario de arenas sueltas invadiendo el valle de la quebrada.

La zona cercana al terraplén de acceso la quebrada adquiere una pendiente longitudinal del orden del 2%, y fluye a lo largo de un valle en forma de U, conformado en la base por un depósito reciente de arenas sueltas provenientes de estratos rocosos de areniscas de la Formación Regadera de las partes altas de la cuenca; el espesor del depósito en la zona de la estructura es de 7m aproximadamente. En esta zona el valle de la quebrada es un poco más profundo.

Hacia aguas abajo de la quebrada, los fenómenos de erosión sobre las capas de limos arcillosos duros son mas acentuados y el fondo del valle es casi plano.

El terraplén que funciona como acceso al Barrio Danubio Azul, consiste en rellenos arcillo-arenosos mezclados con basuras, de unos 11.0 m de profundidad, que define en la corona del terraplén la banca de la vía de unos 5 a 6 m de ancho; los espaldones del terraplén presentan taludes inclinados a unos 35° aproximadamente. El paso hidráulico existente consiste en una tubería de gres de 10" de diámetro, localizada en la base del terraplén, y que se entierra hacia aguas abajo en el extremo occidental del mismo. Se observa que el agua de la Quebrada se infiltra hacia aguas abajo, dentro de los mantos permeables de arena fina suelta del fondo del cauce.

Se proyecta por la EAAB la construcción de un box-culvert que reemplace a esta alcantarilla, el cual tendrá una longitud total aproximada de unos 35 m, manteniendo una sobrecarga importante de relleno de unos 7 a 8 m de altura sobre este.

Acceso al Barrio Danubio Azul:

Tomando como nivel de referencia el lecho del cauce, cota 2621 m aproximadamente, se define el siguiente perfil estratigráfico de las perforaciones P3 y P4:

2621.0 - 2619.6 m	Arena arcillosa, color amarillo oscuro.		
	Humedad natural,	Wn	12 - 15 %
	Peso Unitario,	γ_t	1.95 ton/m ³
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	7 - 12 golpes/pie
2619.6 - 2617.7 m	Arcilla arenosa café claro, de consistencia firme.		
	Humedad natural,	Wn	8 - 18%
	Límite plástico	WP	12 - 14
	Peso Unitario,	γ_t	1.95 - 2.06 ton/m ³
	Contenido de Finos	PT200	71 - 91%
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	6 - 32 golpes/pie
2617.7 - 2611.9 m	Arena arcillosa fina a media café claro		
	Humedad natural,	Wn	14 - 24%
	Contenido de Finos	PT200	25 - 43%
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	2 - 6 golpes/pie
2611.9 - fin explor.	Arcilla arenosa gris de consistencia media a dura		
	Humedad natural,	Wn	15 - 32%
	Límite líquido	WL	26 - 28
	Límite plástico	WP	14 - 16
	Peso Unitario,	γ_t	2.02 - 2.15 ton/m ³
	Contenido de Finos	PT200	86 - 88%
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	10 - 22 golpes/pie

Nivel freático: El nivel freático durante el tiempo de la exploración, se estabilizó entre las cotas 2619.8 y 2618.8 m

En la corona del terraplén, cota 2631.5 se efectuó la Perforación P5, donde se define el siguiente perfil estratigráfico:

2631.5 - 2628.4 m	Material de relleno conformado por desechos de construcción y arcilla arenosa café oscuro.		
	Humedad natural,	Wn	11 y 16%
	Límite líquido	WL	21 - 23
	Límite plástico	WP	10 - 12
	Peso Unitario,	γ_t	1.85 - 1.92 ton/m ³

	Contenido de Finos	PT200	46 - 62%
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	6 - 14 golpes/pie
2628.4 - 2624.5 m	Arcilla arenosa café claro con gravas y vetas de oxido.		
	Humedad natural,	Wn	10 - 14%
	Límite líquido	WL	26 - 28
	Límite plástico	WP	12 - 14
	Peso Unitario,	γ_t	1.87 - 2.00 ton/m ³
	Contenido de Finos	PT200	62 - 84%
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	4 - 15 golpes/pie
2624.5 - 2619.1 m	Arcilla arenosa café claro con oxidaciones de consistencia firme		
	Humedad natural,	Wn	9 - 16 %
	Límite líquido,	WL	33 - 35
	Límite Plástico,	Wp	15 - 16
	Peso Unitario,	γ_t	2.02 - 2.04 ton/m ³
	Ensayo de penetración estándar,	SPT	14 - 46 golpes/pie
	Resistencia al corte no drenado,	Cu	>22.5 ton/m ²
Nivel freático:	No se encontró el nivel freático.		

Análisis de condiciones de fundación

Con el fin de aportar al presente estudio consideraciones geotécnicas sobre la fundación de un box-culvert de gran longitud, que permitiera conducir la quebrada en el tramo de influencia del barrio Danubio Azul y rellenando por completo el cauce, se incluyen a continuación un extracto del análisis efectuado para el box-culvert proyectado en el terraplén de acceso al barrio.

Se analizaron las condiciones de estabilidad y deformación de una cimentación superficial para la estructura de paso. Para el análisis se construyeron modelos bidimensionales de Elementos Finitos, donde se consideró la geometría del terraplén y las condiciones geotécnicas del sitio; por medio de estos modelos se determinaron las condiciones de estabilidad y niveles de deformación del suelo bajo el nivel de fundación del cajón y la respuesta ejercida por la estructura frente a las acciones de cargas inducidas por el relleno del terraplén.

Para los análisis se utilizó el programa PLAXIS, versión 6, que permite establecer las condiciones de equilibrio del sistema estructura/suelo, para condiciones geométricas no convencionales y considerando el suelo como un material elasto-plástico ideal.

De acuerdo con la condiciones geotécnicas del sitio se analizaron dos soluciones alternativas de cimentación:

a) Cimentación sobre el depósito de arena:

Se consideró el cajón localizado en la zona central del valle de la quebrada, apoyado sobre el depósito de arena suelta del orden de 7.0 m de espesor; este depósito descansa sobre un estrato competente de arcillas duras.

Por medio de este modelo se encuentra que bajo el efecto del peso del terraplén sobre el cajón, se puede presentar un asentamiento del orden de 21 cm del suelo de fundación. Por otra parte el suelo bajo el cajón queda en estado de equilibrio plástico, es decir que se pueden presentar problemas de falla local que pueden incidir en el comportamiento general de la estructura.

La colocación de una estructura rígida bajo estas condiciones de cimentación resulta inconveniente, puesto que se pueden producir problemas de ruptura de la estructura debido al peso del terraplén sobre esta. En este caso resulta conveniente reemplazar el sistema de cajón rígido por tuberías flexibles longitudinalmente y rígidas transversalmente de tal manera que se deforme durante el proceso de colocación del terraplén.

En la Figura A1 (Anexo 1), se presentan las características geotécnicas promedio de los materiales existentes.

En la Figura A2, se presenta la Malla de Elementos finitos, con la disposición de los materiales geotécnicos.

En las Figuras A-3 y A-4, se presenta la malla deformada y las curvas de isoasentamientos del modelo analizado.

En la Figura A-5, se presenta el modelo analizado indicando las zonas que se encuentran en estado de equilibrio plástico.

b) Cimentación sobre el estrato de arcilla de consistencia firme a dura

Otra alternativa de cimentación consiste en localizar el cajón hacia el costado sur del valle, de tal manera que quede apoyado casi en su totalidad sobre el manto competente de arcillas duras.

Bajo estas condiciones de cimentación se presentarían asentamientos del orden de 3 a 6 cm del suelo de fundación y se mantendrían condiciones adecuadas de estabilidad del sistema.

El inconveniente que se puede presentar para esta solución consiste en que los extremos del cajón pueden quedar sobre remanentes de las capas de arenas sueltas, siendo necesario su reemplazo o efectuar obras complementarias de estabilización como se indica en el numeral siguiente.

En la Figura A-6, se presenta la Malla de Elementos Finitos, con la disposición de los materiales geotécnicos.

En las Figuras A-7 y A-8, se presentan la malla deformada y las curvas de isoasentamientos del Modelo analizado.

En la Figura A-9, se presenta el modelo analizado indicando las zonas que se encuentran en estado de equilibrio plástico.

En las Figuras A-10 y A-11, se presenta la distribución de presiones externas en el cajón debidas al suelo.

c) Cimentación sobre el depósito de arena estabilizada:

Una alternativa de construcción consiste en mejorar las condiciones de resistencia del suelo de fundación del estrato de arena por medio de algunas de las siguientes técnicas de estabilización:

DENSIFICACION ESTATICA HORIZONTAL

Consiste en inyecciones de un mortero viscoso por medio de la ejecución de una cuadrícula de perforaciones de la profundidad del estrato suelto por estabilizar. La aplicación del mortero seco logra incrementar la densidad relativa del suelo de tal manera que se mejoran sus condiciones de resistencia y compresibilidad.

Para lograr una densificación adecuada es necesario inyectar un volumen de mortero equivalente al 5% del volumen total de suelo por estabilizar; por medio de este sistema se puede lograr un incremento de la densidad relativa a valores del orden del 86% aproximadamente.

PILOTES DE DENSIFICACION CON ARENA:

Consiste en la construcción de una malla de pilotes hincados por medio de la colocación de una camisa metálica de acero de unas 14" de diámetro con un tapón de fondo; la camisa se hinca en la profundidad del estrato de arena suelta y su interior es llenado con arena apisonada. Al retirar la camisa se forma una columna de arena densa y se aumenta la densidad relativa del suelo por efecto del desplazamiento lateral. Para lograr una compactación adecuada se requiere instalar una malla de pilotes con separaciones entre centros de 1.8 m. En la Figura A-12 se presenta la secuencia general de construcción por medio de este sistema de estabilización.

Para efectuar un control del efecto de estabilización se requiere un monitoreo permanente por medio de la instalación de piezómetros de tubo abierto, y control de asentamientos durante la estabilización.

DENSIFICACION CON PILOTES DE MADERA:

Teniendo en cuenta que el nivel freático no presentará fluctuaciones, se puede plantear una alternativa de estabilización por medio de la hinca de pilotes de madera tratada, de 0.2 m de diámetro promedio y longitudes de 7.0 m o menos, conformando una malla similar al caso de pilotes de arena. Por medio de este sistema se logra el mismo efecto de densificación por el desplazamiento lateral del suelo producido durante la hinca.

El uso de pilotes de madera puede ser inconveniente por la baja resistencia del pilote y por la presencia de capas superficiales de mayor capacidad que impedirían el proceso de hinca.

Estabilidad de la excavación:

Se analizaron modelos de estabilidad de taludes, basados en el Método Simplificado propuesto por Janbú, para superficies circulares. Se analizó la estabilidad de taludes de corte en el relleno que conforma el terraplén, que está compuesto por arenas arcillosas mezcladas con basuras y desechos de construcción. Estas condiciones son similares a las del relleno más antiguo en el barrio. En la Figura A-15, se presenta la geometría de la excavación con los parámetros geotécnicos utilizados.

Para un corte con talud 1.5H:1.0V, y una berma intermedia de ancho variable entre 1.0 y 5.0 m se obtienen los siguientes factores de seguridad:

**TABLA A-1: ACCESO BARRIO DANUBIO AZUL
CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LA EXCAVACION- ZONA DEL TERRAPLEN
TALUD 1.5H:1.0V**

a) Condición estática

b) Condición de sismo $a=0.15\text{ g}$

ANCHO		FACTOR DE SEGURIDAD		ANCHO		FACTOR DE SEGURIDAD	
BERMA (m)	SIN SOBRECARGA	CON SOBRECARGA		BERMA (m)	SIN SOBRECARGA	CON SOBRECARGA	
1.0	1.43	1.36		1.0	1.04	1.00	
3.0	1.51	1.43		3.0	1.06	1.02	
5.0	1.59	1.51		5.0	1.09	1.06	

Con base en estos análisis se concluye que para mantener condiciones adecuadas de estabilidad se requieren taludes inclinados 1.5H:1.0V, con un ancho intermedio de berma no menor de 3.0 m.

En la zona de corte sobre la margen izquierda sobre arcillas de terrazas bajas, se pueden acometer cortes casi verticales, teniendo en cuenta las condiciones favorables de resistencia de estos materiales; en el caso de presentarse en la parte superficial materiales de relleno o arcilla menos consistente, se deben escalonamientos sobre estos materiales.

6.2.3 Estabilidad del terraplén existente:

Se efectuó un modelo de estabilidad del terraplén existente siguiendo el mismo procedimiento de análisis del caso anterior. En la Figura 16B se presenta la geometría del terraplén con los valores del factor de seguridad obtenidos.

De este análisis se encuentra que en condiciones estáticas el factor de seguridad es del orden de 1.55 y para una condición sísmica se encuentra una condición de inestabilidad cuando se

presente una aceleración sísmica superior a 0.2 g. Estas condiciones de estabilidad se consideran aceptables para esta estructura.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El box culvert que se tiene proyectado en el Acceso al Barrio Danubio Azul, se debe colocar hacia la margen izquierda de la quebrada, de tal manera que quede apoyado directamente en arcillas consistentes que conforman las terrazas bajas del sector.
- Bajo estas condiciones se obtienen condiciones adecuadas de estabilidad del cajón y niveles de asentamientos admisibles del orden de 4 a 6 cm. En los extremos del cajón pueden quedar remanentes de un depósito de arenas sueltas, el cual debe ser reemplazado o estabilizado localmente por técnicas de densificación horizontal, o pilotes de desplazamiento.
- La excavación sobre la margen derecha de la Quebrada, en un relleno de unos 11 m de altura, se puede acometer con un talud de corte 1.5H:1.0V, y una berma intermedia de unos 3.0 m de ancho. En el corte de la margen izquierda se presentarán afloramientos de arcilla dura, donde los cortes se pueden acometer casi verticales con escalonamientos en las capas superficiales de suelos menos competentes.
- En caso de que el espesor de este material sea menor a 2.0 m, puede ser compactado con equipo vibratorio de tal manera que se logre una densificación local del mismo.
- En el caso de que la profundidad de arena suelta sea superior a 2.0 m se requiere de la implementación de algunas de las técnicas de estabilización planteadas, dentro de las cuales sugerimos el uso de pilotes de arena o pilotes de madera, en cuadrícula, separados centro a centro 1.8 m. El uso de las otras técnicas como las basadas en licuación temporal del suelo puede ser inconveniente ya que puede incidir en la estabilidad del terraplén.
- Para el diseño estructural del cajón se recomienda considerar las diagramas de presiones laterales externas generadas por el relleno y presiones verticales en el tope y base del cajón debidas al peso del cajón, rellenos, y carga viva, según lo indicado en la Figura A-10.
- Para el diseño estructural se debe contemplar una distribución de presiones parabólica en el techo del cajón y una distribución de presiones uniforme en la base del cajón, como se indica en la Figura A-11.
- Para la construcción del box-culvert, se recomienda el procedimiento ilustrado en la figura A-13.
- Excavación hasta la cota de diseño, del orden de 11 m de profundidad, por medio de la conformación de taludes de corte. Hacia la margen izquierda de la quebrada sobre el material de relleno que conforma el terraplén actual, se recomienda efectuar un talud con inclinación 1.5H:1.0V, y berma intermedia de 2.0 m. Hacia la margen derecha

donde se encuentra el terreno natural compuesto por material arcillo-limoso denso, se recomienda acometer taludes 1.0H:2.0V, con una berma intermedia de unos 2.0 m; en caso de que se encuentren en la parte superior materiales menos competentes, sería necesario tender en esta zona los taludes de corte.

- Estabilización de los extremos de la excavación donde se apoyará el cajón por medio de pilotes de arena. El uso de sistemas como compactación dinámica resultan inconvenientes puesto que pueden generar licuación temporal del suelo e incidir en la estabilidad del talud del relleno existente.
- Construcción del cajón y conformación del relleno del terraplén con material granular seleccionado, de baja plasticidad.

ANEXO E – PREDISEÑO DEL BOX-CULVERT

En este anexo se presenta el prediseño realizado para el box-culvert, el cual se propone con funcionamiento a flujo libre, sin limitantes del flujo tanto a la entrada como a la salida. En la figura E-1 se presenta la sección típica del box-culvert y su localización en planta.

La sección hidráulica calculada puede ser utilizada para el box-culvert que se construya donde existe el actual dique carretera que comunica el barrio El Danubio Azul con la Ladrillera Santafé.

Condiciones Hidráulicas a la entrada del box-culvert:

El box-culvert presenta un nivel de agua antes de la entrada de $H = 2.92$ m para cuando el conducto de entrada queda sumergido, si por el contrario la entrada no está sumergida la circulación crítica ocurre en la región de entrada, en cuyo caso para una sección rectangular el tirante crítico sería:

$$dc = \left[\frac{Q^2}{g} \right]^{1/3}$$

$$H = 1.5 \text{ dc}$$

$$dc = \frac{H}{1.5} = \frac{2.92}{1.5} = 1.95$$

$$\text{Area} = 1.95 \times 6 = 11.70 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad de entrada al box-culvert} = \frac{51.0 \text{ m}^3 / \text{s}}{11.70 \text{ m}^2} = 4.37 \text{ m} / \text{s}$$

Condiciones hidráulicas a la salida del box-culvert:

$$Q = 51 \text{ m}^3 / \text{s} = \frac{1}{0.013} \times (0.0225)^{1/2} \times \left| \frac{6xh}{6+2h} \right|^{2/3} \times b \times h$$

$$0.22 = \frac{h^{5/3}}{(6+2h)^{2/3}}$$

$$\text{Valor lámina de agua a la salida del box-culvert } h = 0.92 \text{ m}$$

$$\text{Area} = 0.92 \times 6 = 5.52 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad en el box-culvert a la salida} = 51 \text{ m}^3/\text{s} / 5.52 \text{ m}^2 = 9.24 \text{ m/s}$$

UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DEL DISTRITO (UPES)
**ESTUDIO GEOTÉCNICO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS
DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA
MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO - USME**

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

CAPITULO I

TRABAJOS PRELIMINARES

1.1. Alcance del Trabajo

De acuerdo con las especificaciones contenidas en este capítulo, el CONTRATISTA debe realizar por su cuenta las siguientes actividades, y el costo de ellas debe estar incluido en los precios unitarios.

- a) Hacer por su cuenta y riesgo el suministro y la movilización permanente a los sitios de las obras, de todo el personal que se requiera para la correcta ejecución de ellas, así como el suministro de todos los equipos, herramientas, transportes y demás recursos que sean necesarios para realizar los trabajos.
- b) Planear, construir y mantener en buen estado las instalaciones temporales que se requieran para alojamientos, depósitos, oficinas, así como las respectivas demoliciones de estas obras que deban realizar al finalizar los trabajos y la limpieza y organización de las áreas que hubiere ocupado.
- c) Efectuar el pago de Impuestos, Pólizas de Seguros y demás gastos que sean por cuenta del CONTRATISTA para la legalización del contrato.
- d) Negociar a su nombre y pagar los derechos de paso a los propietarios de los predios que deba cruzar para llegar a los sitios de las obras, así como los daños que llegare a causar durante la construcción de los trabajos. Igualmente quedan incluidos dentro de este literal los costos de todos los permisos, para la utilización de fajas o áreas que, para la realización de estos trabajos, tenga que ocupar el CONTRATISTA. Al finalizar los trabajos debe el CONTRATISTA presentar los Paz y Salvos correspondientes.

Antes de iniciar los trabajos debe hacer un registro fotográfico del terreno y se determinará el uso del suelo, de lo cual se suscribirá un acta con el propietario del predio.

- e) Ejecutar todos los montajes que se requieran para la correcta construcción de las obras y luego, al finalizar el trabajo, retirarlos dejando las áreas ocupadas limpias y ordenadas.
- f) Los trabajos se deben realizar conforme a los diseños de construcción dados por la Interventoría, los cuales solo podrán ser modificados por ésta.

- g) Equipos y métodos de construcción: tanto los equipos como los programas y métodos de construcción deben ser previamente aprobados por el Interventor.
- h) La desmovilización debe efectuarse inmediatamente se terminen los trabajos tomando todas las precauciones necesarias para evitar daños tanto a las obras como a los terrenos por donde se pase. Cualquier daño causado debe ser reparado por el CONTRATISTA, o su valor se descuenta de las sumas que se le adeuden o con cargo a la póliza de cumplimiento.
- i) Las basuras provenientes de los campamentos, así como los desperdicios de los refrigerios y comidas del personal en el frente de trabajo u otros residuos sólidos, se deben disponer en rellenos sanitarios.

Si durante el transcurso del trabajo, se observan deficiencias o mal funcionamiento del equipo utilizado por el CONTRATISTA, el Interventor podrá ordenar que sean retirados o reemplazados los elementos deficientes.

CAPITULO II

EXCAVACIONES

2.1. Generalidades

Esta parte comprende el suministro de toda la mano de obra, plantas, equipos, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones en corte abierto o la remoción de rellenos requeridos por la obra y el transporte de los materiales excavados, incluyendo la distancia de acarreo libre.

Dentro de los trabajos para la ejecución de las excavaciones se incluyen los siguientes conceptos:

- Manejo del agua superficial y subterránea durante todo el proceso de construcción.
- Remoción de derrumbes y suministro de la mano de obra, herramientas y materiales para la reconstrucción de cualquier soporte lateral para garantizar la estabilidad de los taludes de las excavaciones.
- Remoción y retiro de rellenos.
- Disposición de materiales en botaderos.

Las excavaciones se debe ejecutar de acuerdo con los lineamientos y dimensiones indicadas en los diseños u ordenados por el interventor. El CONTRATISTA no debe excavar más allá de las líneas y pendientes indicadas por la interventoría. Cualquier excavación (sobreexcavación)

hecha por fuera de las líneas y pendientes ordenadas y que el CONTRATISTA lleve a cabo por cualquier propósito o razón u ocurra por cualquier otra causa, es por cuenta del CONTRATISTA, aunque haya sido aprobada por la Interventoría.

Si en opinión de la Interventoría dicha excavación debe rellenarse a fin de completar la obra, el relleno correspondiente previamente aprobado por la Interventoría, debe ser realizado por cuenta del CONTRATISTA y a satisfacción de la Interventoría.

El CONTRATISTA debe adoptar los métodos de excavación y las precauciones que sean necesarios para obtener superficies excavadas que sean regulares y estables y que se ajusten a las dimensiones requeridas.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras u obras existentes o de futuras excavaciones, el CONTRATISTA debe emplear métodos de excavación apropiados y tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras u obras sufran daños o que se alteren las condiciones naturales del terreno donde se realicen las excavaciones futuras; cualquier daño en este sentido debe ser reparado por cuenta del CONTRATISTA a satisfacción de la Interventoría.

Si en opinión de la Interventoría los métodos de excavación adoptados por el CONTRATISTA no son satisfactorios porque ocasionan una sobre-excavación excesiva ó porque causan daños a las estructuras u obras existentes, a las excavaciones continuas, o porque no producen una superficie de excavación regular y estable aunque la Interventoría haya aprobado previamente dichos métodos, el CONTRATISTA debe adoptar las técnicas revisadas y los procedimientos que se indiquen para obtener los resultados que se requieran y, a menos que se especifique algo diferente, todos los costos en que incurra el CONTRATISTA para adoptar esas nuevas técnicas y procedimientos corren por su cuenta.

Cuando las excavaciones se ejecuten mediante el empleo de equipo mecánico se debe dejar el margen suficiente para pulir y perfilar manualmente las superficies de acuerdo con los lineamientos y dimensiones especificadas.

El CONTRATISTA debe emplear el sistema de excavación que considere conveniente previa autorización del Interventor, sin que de ello dependa la clasificación para efectos de pago.

El CONTRATISTA es responsable de la estabilidad de todos los taludes temporales y permanentes y debe soportar y proteger, a satisfacción de la Interventoría, todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la terminación de la obra; así mismo, debe evitar la contaminación del material de fundación antes de la colocación de los respectivos rellenos. Por consiguiente, asume todos los costos y riesgos por estos conceptos.

El soporte y protección incluye el suministro y remoción de todos los soportes temporales, incluyendo los entibados y acodalamientos que sean necesarios, la desviación de aguas superficiales y la remoción de aguas subterráneas de las excavaciones, y el suministro y mantenimiento de los sistemas de drenaje y bombeo que se requieran para estabilizar los taludes y evitar que el agua penetre en las excavaciones.

Los taludes permanentes deben terminarse cuidadosamente hasta obtener superficies estables y a satisfacción de la Interventoría y las bermas se mantendrán drenadas y libres de material suelto.

El CONTRATISTA es responsable por el control, durante el período de construcción, de todos los cauces naturales y de aguas que existan en la zona de trabajo, y debe construir todos los sistemas temporales de drenaje superficial y suministrar, instalar, mantener y operar todo el equipo de bombeo así como cualesquiera otros elementos necesarios para desaguar las distintas partes de las obras, para propósitos de inspección, seguridad y cualesquiera otros motivos que la Interventoría considere justificables.

La Interventoría no aprueba la iniciación de las diferentes excavaciones si el CONTRATISTA no dispone en el sitio de tales equipos de bombeo ó si no ha controlado con la debida anticipación, a satisfacción de la Interventoría todas las fuentes de agua existente.

El CONTRATISTA debe construir y mantener todas las obras de drenaje necesarias a juicio del Interventor para protección de los taludes en las excavaciones en corte abierto. No hay pago por separado para el manejo del agua; su costo debe estar incluido dentro de los precios unitarios de los ítems que lo requieran.

2.1.1. Excavación en Tierra

Se entiende como tierra todos los materiales para cuya remoción sólo sea necesario utilizar equipo manual (picas y garlancha), tales como arenas, limos, arcillas, capa vegetal ó cualquiera de sus mezclas formadas por agregación natural, con piedras sueltas de diámetro hasta 15 cm. También se considera dentro de esta clasificación cualquier material que no pueda clasificarse como conglomerado o roca.

2.1.2. Excavaciones a cielo abierto

Incluyen:

a) Excavaciones en Zanja

Son las excavaciones ejecutadas para la construcción de trincheras, filtros, tuberías de drenaje, subdrenes, muros de contención u otras excavaciones que deban quedar bajo la superficie del terreno y que por lo tanto han de rellenarse con materiales provenientes de la misma, de otras excavaciones o con materiales seleccionados.

El CONTRATISTA debe llevar a cabo estas excavaciones en etapas, de forma que la profundidad de cada etapa no sea mayor de dos (2) m. El CONTRATISTA no puede iniciar una nueva etapa, hasta que no haya terminado la excavación total de la etapa anterior y realizado la protección primaria o definitiva e instalado los soportes tanto de los taludes temporales, como de los permanentes. En ningún momento se permitirá que haya superficies excavadas sin protección en extensiones mayores de 20 m².

El CONTRATISTA debe mantener en todo momento drenada la excavación, para lo cual debe disponer en el sitio de los equipos de bombeo que sean necesarios a juicio de la Interventoría. No se permite la iniciación de la excavación si no se encuentran en el sitio los equipos de protección y de bombeo.

Si por cualquier circunstancia el CONTRATISTA suspende la excavación, el piso de dicha excavación debe protegerse por cuenta del CONTRATISTA, por los sistemas que determine la U.P.E.S.

La excavación de la zanja para tuberías de drenaje y subdrenaje debe conformarse de modo que cumpla con los lineamientos y pendientes mostrados en los planos. La zanja, ya sea en terreno natural o en terraplén, tendrá las dimensiones indicadas en los planos y sus paredes deberán ser verticales. Las excavaciones para los subdrenes deberán programarse de tal manera que al final de cada día no queden partes en la zanja sin rellenar o revestir.

Debe excavarse cualquier material blando o inestable que se encuentre debajo de la línea de rasante del fondo, y debe rellenarse con los materiales que indique la U.P.E.S y conforme a lo estipulado en la especificación de **rellenos**. El costo de la excavación adicional, aprobada por el Interventor, se pasa en este ítem.

b) Excavaciones para conformación de taludes

Son las excavaciones ejecutadas para modificar las pendientes y accidentes topográficos de un área determinada.

c) Excavaciones para corrección de Cauces

Son las excavaciones que se ejecutan en cauces permanentes o intermitentes, para su canalización, rectificación, o para la construcción de cualquier tipo de estructura de corrección.

2.1.3. Disposición de los Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones cuyo retiro no se haga de inmediato, se almacenan lateralmente a las excavaciones, a una distancia mínima de un (1) m. del borde de la excavación, que puede ser mayor a juicio de la Interventoría y de acuerdo con la profundidad y estabilidad del talud; es de responsabilidad del CONTRATISTA la disposición de materiales para que su acumulación no ocasione derrumbes y daños a las obras ejecutadas o a terceros.

Cuando el ritmo de la excavación, haga que éstas permanezcan sin cumplir su propósito, por un lapso de tiempo de 24 horas o aquel que a juicio del Interventor ponga en peligro su estabilidad, o perjudique obras construidas o a terceros, el Interventor puede suspenderlas durante el tiempo que estime conveniente, sin que este hecho sea causa justificable para conceder plazo adicional.

Los materiales provenientes de las excavaciones que no vayan a ser utilizados para rellenos compactados en la obra, se deben retirar a los sitios indicados por el Interventor. Los que apruebe el Interventor para rellenos compactados se trasladarán a su sitio de utilización,

debiendo prever el Contratista la ejecución de los rellenos de tal modo que no se presenten acumulaciones de material sin disponer en ningún sitio de la obra.

2.1.4. Medida y Pago:

Excepto cuando se trate de la remoción y el retiro de rellenos, el pago de las excavaciones no se efectúa por separado y su costo debe incluirse en los ítems en que se requiera su ejecución como son las zanjas, descoles, cajas colectoras, filtros, estructuras de gaviones, adecuación de caminos, relleno de cárcavas, peinado de escarpes, sellado de grietas, etc. El ítem correspondiente se paga cuando los materiales excavados hayan sido dispuestos a satisfacción del Interventor en los sitios fijados en los planos o determinados por éste.

Los precios unitarios consignados en el formulario de precios comprenden la remuneración total y única por el suministro de la mano de obra, planta, equipo, explosivos, control de agua, soportes laterales, pulida y perfilada de superficies y todos los demás gastos necesarios para la ejecución de las excavaciones.

Solamente se efectúa por separado el pago de remoción y retiro del relleno heterogéneo según el valor establecido en el formulario de precios unitarios. **La medida es el metro cúbico (m³)**

CAPITULO III

CONCRETOS

3.1. Generalidades

Se refiere al suministro, almacenamiento de materiales, dosificación, elaboración de formaletas, preparación, transporte, colocación, fraguado, vibración, curado, terminado y reparación de los hormigones o concretos conforme a las resistencias, alineamientos, dimensiones y detalles indicados en los diseños.

3.2 Referencias

Además de la presente norma, se deben tener en cuenta las siguientes referencias:

Norma ICONTEC-2000, Hormigón Reforzado.

Norma ICONTEC-129, 174, 385, Agregados Pétreos.

Norma ICONTEC-1920, Acero Estructural.

3.3 Requisitos Generales

El Contratista debe construir todas las estructuras y fundir el concreto que se indique en los planos o que sea necesario.

- b) Las construcciones se deben hacer de acuerdo con los planos, las especificaciones y las indicaciones de la U.P.E.S.
- c) Todos los materiales son suministrados por el CONTRATISTA.
- d) Si el CONTRATISTA se aparta de cualquiera de las indicaciones estipuladas en las normas sobre la producción y características de los agregados, calidad y dosificación del cemento, del agua, de los aditivos y de los agregados, transporte y colocación de las mezclas y curado de los concretos, debe efectuar bajo su responsabilidad y a su propio costo todos los trabajos requeridos por la U.P.E.S., con el fin de comprobar si el concreto fabricado en condiciones diferentes cumple con la resistencia estipulada.

En caso de que la resistencia del concreto resultase inferior a la especificada, el CONTRATISTA se responsabiliza de los trabajos, riesgos y costos requeridos para la destrucción y reparación completa, a satisfacción de la U.P.E.S., de las estructuras construidas con el concreto defectuoso, sin que haya razón para reclamaciones o modificaciones en los plazos estipulados.

3.4 Materiales y Equipos

- a) CEMENTO: El cemento debe ser de la marca con la cual se hicieron los ensayos de dosificación de mezclas; en caso de que su suministro sea en sacos, éstos deben ser suficientemente fuertes, herméticos e impermeables en tal forma que eviten alteraciones del cemento por efecto de la humedad.
- b) El transporte debe hacerse bajo cubiertas impermeables y debe almacenarse bajo techo en edificaciones que garanticen protección suficiente contra la humedad, provistos de sistemas de control de humedad del aire si fuere necesario.
- c) El almacenamiento debe efectuarse sobre plataformas de madera que separen los sacos de cemento del piso por lo menos diez (10) centímetros, para evitar la absorción de humedad. El apilamiento se hace en hileras; no deben colocarse más de catorce sacos, uno sobre otro, para períodos de almacenamiento menores de quince días, ni más de siete sacos para períodos más largos.

Debe evitarse colocar sacos directamente contra las paredes que cierran exteriormente el depósito. El almacenamiento debe efectuarse de manera que posibilite gastarlo en el mismo orden en que se recibe.

- d) EL CONTRATISTA debe programar el suministro y el gasto del cemento con el fin de evitar que permanezca almacenado por un período mayor de treinta (30) días. Cuando se exceda este período sólo se puede usar el cemento si los ensayos que determine la U.P.E.S. demuestran que el cemento no ha iniciado un fraguado falso. La U.P.E.S. rechaza cualquier cargamento de cemento que presente este fraguado, aunque el período de almacenamiento sea menor del indicado anteriormente, caso en el cual el CONTRATISTA debe proceder a retirarlo de la obra a su propio costo.

- e) **AGREGADOS:** La aceptabilidad de los agregados se determina por medio de ensayos antes de iniciar las operaciones de fabricación y colocación del concreto. El tamaño máximo de agregados no debe exceder de una quinta parte de la menor dimensión entre las paredes de las formaletas, ni de 3/4 del espacio libre entre las barras de refuerzo.
- f) Para la elaboración de los concretos de la obra, el CONTRATISTA debe utilizar agregados grueso y fino de origen aluvial o los obtenidos por trituración de roca.

En el caso de que se utilicen agregados obtenidos por trituración de roca, la forma de las partículas debe ser aproximadamente cúbica y el agregado debe estar libre de partículas planas alargadas.

El porcentaje de partículas alargadas no debe exceder de diez (10) por ciento; el CONTRATISTA debe adoptar un sistema de trituración que permita que el porcentaje de partículas alargadas no sobrepase el límite anotado anteriormente.

- g) Agregado fino: Su gradación debe cumplir con los siguientes requisitos:

Tamiz	% Pasa
3/8"	100
No. 4	90-100
No. 16	45-80
No. 50	10-30
No. 100	2-10

- h) Agregado grueso: El agregado grueso debe cumplir con una de las siguientes gradaciones:

Tamiz	A	B	C
1 1/2"			100
1"	100		85-100
3/4"	90-100	100	65-90
1/2"	40-75	90-100	40-70
3/8"	20-55	40-70	15-40
No. 4	0-10	0-15	0-8
No. 8	0-5	0-5	0-5

El tipo de gradación (A, B o C) debe definirse de acuerdo con la dimensión de la estructura y el espaciamiento del refuerzo.

El material debe presentar un desgaste menor al 40% al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles y no debe tener una pérdida en peso mayor al 12% al someterlo a cinco ciclos alternados en la prueba de solidez con sulfato de sodio.

AGUA: Toda el agua usada en la mezcla y para el curado del concreto debe ser limpia y libre de aceites, sales, álcalis, ácidos, materia orgánica, sedimentos, lodo o cualquier otra sustancia que pueda dañar o reducir la calidad, resistencia y durabilidad del concreto o del refuerzo. La fuente de suministro requiere la aprobación de la U.P.E.S., quien puede ordenar por cuenta del CONTRATISTA los ensayos que considere convenientes para su aceptación.

3.5. Procedimientos de Ejecución

3.5.1. Diseño de las mezclas de concreto:

- a) El CONTRATISTA debe diseñar las mezclas con 30 días de anticipación al primer vaciado y presentarlas a la U.P.E.S., para su aprobación junto con todos los materiales utilizados. De cada mezcla que el Contratista proponga usar, debe elaborar tres juegos de tres cilindros de concreto para ser ensayados en series de tres a los 7, 14 y 28 días, respectivamente.
- b) La aprobación de la U.P.E.S. al diseño de mezclas no exonera al CONTRATISTA de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La U.P.E.S. no acepta obras que no cumplan las resistencias especificadas, en caso tal, éstos deben demolerse y reconstruirse por cuenta del CONTRATISTA.
- c) Es de responsabilidad de la U.P.E.S el control de las mezclas de concreto; la U.P.E.S., puede solicitar los ajustes periódicos necesarios para obtener la resistencia última a la compresión, exigida para cada una de las estructuras según lo indicado en los diseños.
- d) Debe tenerse en cuenta el tamaño máximo de los agregados que puedan admitir las estructuras, la disposición de los distintos materiales y las condiciones o características de los equipos utilizados por el CONTRATISTA para la elaboración y transporte de los concretos.
- e) El diseño de las distintas mezclas se basa en la obtención de un material pastoso, trabajable y con un contenido de agua que genere un "asentamiento" del concreto (slump) entre 2.5 y 12.7 cm (1" a 5") medido según el proceso de la Designación C-143 de la ASTM o 346 de ICONTEC.

3.5.2. Formaletas:

Las formaletas se deben utilizar donde sea necesario confinar el concreto y darle la forma y dimensiones requeridas. Las formaletas deben construirse lo suficientemente ajustadas para evitar toda pérdida de mezcla a través de las mismas. En las esquinas de las formaletas, donde lo indiquen los planos o lo que ordene la U.P.E.S., se deben colocar moldes especiales para biselar los bordes de concreto de las superficies

permanentemente expuestas. Se fabrican de madera, acero u otro material aprobado por la U.P.E.S.

3.5.3. Mezcla del concreto:

- a) Todos los materiales que se utilicen para la fabricación del concreto deben medirse por peso y mezclarse mecánicamente. El cemento se mide en sacos de 50 kilogramos.
- b) El CONTRATISTA debe instalar una planta de mezcla de capacidad y tipo adecuados. El equipo debe ser capaz de combinar y mezclar los agregados, el cemento y los aditivos (cuando se usen), producir una mezcla uniforme dentro del tiempo especificado y descargarla sin que haya segregación de partículas. Con el fin de evitar interrupciones en la colocación, el CONTRATISTA debe disponer de equipo de reserva. Así mismo debe estar provisto, de equipo adecuado tanto para pesar y controlar la cantidad de cada uno de los elementos que entran en la mezcla, como para ajustar el contenido de humedad o la proporción de los agregados mientras el concreto se mezcla.

3.5.4. Transporte:

El Concreto debe transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y por métodos que eviten segregación de los materiales, pérdida de los ingredientes, o pérdida en el asentamiento de más de 2 cm. Todo concreto, que por permanecer tiempo largo en el equipo de transporte requiera agua adicional para permitir buena colocación, debe descartarse. El CONTRATISTA debe someterse a la aprobación de la U.P.E.S., antes de iniciar los montajes de los equipos para preparación de concreto y el planeamiento y características de los elementos para transporte de concreto.

3.5.5. Colocación del Concreto:

- a) El CONTRATISTA debe notificar a la U.P.E.S. cuando esté listo para vaciar concreto en cualquier sitio, con el fin de que éste pueda inspeccionar las formaletas, cimientos, refuerzos, etc.
- b) El concreto debe tener tal consistencia y composición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas y alrededor del refuerzo o de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación de los materiales. Cada carga de concreto debe depositarse lo más cerca posible de su posición final para así reducir a un mínimo las posibilidades de segregación.
- c) Cuando se coloque concreto sobre una fundación de suelo, el fondo de la excavación debe estar limpio y húmedo, pero sin agua estancada ni en movimiento.
- d) No debe colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca o llenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida.
- e) El concreto se debe densificar con la ayuda de equipo mecánico de vibración, accionado por gasolina, electricidad o aire comprimido. La duración de la operación de vibrado

debe ser la necesaria para alcanzar la compactación requerida sin que se produzca segregación de los materiales.

- f) Al colocar concreto en cualquier sitio no se debe permitir que éste caiga de una altura mayor de 1.50 m, excepto cuando se disponga de medios especiales para evitar segregación.

3.5.6. Curado y Protección:

- a) El concreto recién colocado que no haya fraguado debe protegerse cuidadosamente contra corrientes de agua, lluvias fuertes, tráfico de personas o equipos y exposición directa a los rayos solares.
- b) Debe evitarse el fuego o temperaturas excesivas cerca de las caras del concreto fresco.
- c) Todas las caras expuestas del concreto deben curarse por un período no menor de 5 días, inmediatamente después de terminar la colocación del mismo.

3.6. Refuerzo

- 3.6.1. Se debe utilizar acero de producción nacional, de la calidad indicada en los planos y figuras, el cual debe ser suministrado en su totalidad por el CONTRATISTA. Este también debe suministrar todos los soportes, barras espaciadoras, pernos, platinas, distanciadores y demás elementos necesarios para la correcta colocación del refuerzo según las indicaciones de los planos o los requerimientos de la U.P.E.S.
- 3.6.2. El acero, antes de su colocación, debe estar libre de suciedad, escamas, polvo, lodo, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda perjudicar su adherencia con el concreto.
- 3.6.3. El refuerzo se debe colocar con exactitud, según lo indiquen los planos o lo que ordene U.P.E.S; las barras deben asegurarse firmemente en las posiciones indicadas, de manera que no sufran desplazamientos al colocar el concreto; se debe tener especial cuidado para evitar cualquier alteración en el refuerzo que sobresalga del concreto que haya sido colocado.
- 3.6.4. El corte y configuración de las barras se debe hacer de acuerdo con los planos y lo ordenado por la U.P.E.S.

3.7 Medida y Pago

- 3.7.1. Los concretos se miden y pagan por metro cúbico. **Si dentro de los materiales a utilizar en una obra determinada, se utiliza este insumo, prima la unidad de medida del tipo de obra.**

- 3.7.2. El refuerzo se paga por kilogramo de acero figurado, amarrado y dispuesto para la fundición del concreto, de la calidad especificada. En el caso de obras de concreto reforzado su costo deberá incluirse en dicho ítem.
- 3.7.3. El precio unitario incluye todos los costos por explotación, lavado clasificación, suministro, transporte y almacenamiento de materiales; su utilización de equipos y herramientas, y la mano de obra para la elaboración de formaletas, preparación, transporte, colocación, desperdicios, fraguado, vibración, curado, terminado y reparación de los concretos de las estructuras, limpieza y en general, cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos.

CAPITULO IV

CANALES DE RECOLECCION

4.1. Generalidades

Las aguas de escorrentía que estén afectando la estabilidad del terreno y las obras existentes deben ser conducidas por medio **de canales, cunetas y zanjas de coronación** de recolección hasta entregar en forma controlada a cauces naturales.

Para pendientes mayores al 5% (en las estructuras no revestidas), se deben colocar disipadores que deben ser preferiblemente de enrocado. En caso de no disponer de materiales para el enrocado en una zona dada, pueden utilizarse sacos de polipropileno; se requiere rellenar dichos sacos con una mezcla de arena-cemento en proporción 5:1, de modo que al desaparecer el material sintético queden los bloques de relleno en el sitio sin que se desmoronen al poco tiempo.

4.2. Medida y Pago

El pago debe ser por **metro lineal (m)**, según la longitud medida en el terreno después de la terminación de cada tramo completo, de acuerdo con los precios unitarios del contrato.

Los precios unitarios incluirán los gastos del CONTRATISTA por concepto de mano de obra, materiales, herramientas, transportes, equipos, y en general todos aquellos gastos directos e indirectos requeridos para la correcta ejecución de los trabajos. Debe quedar incluido los costos de excavación para la construcción de esta estructura y los rellenos con material común compactado que se requieran como complemento.

CAPITULO V

RELLENOS

5.1. Generalidades

La parte de la obra especificada en este capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, planta y materiales, y la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para llevar a cabo los rellenos requeridos. El terreno que sirva de base a los rellenos debe estar totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de la construcción y otros materiales objetables a juicio de la Interventoría.

El CONTRATISTA es responsable por la preservación de todas las superficies excavadas y, en especial, por aquellas que sirvan de fundación para los rellenos; así mismo debe evitar la contaminación del material de fundación y remover, por su cuenta, el barro, material suelto o cualquier otra sustancia que se encuentre en dicha superficie antes de la colocación de los respectivos rellenos, previa aprobación de la Interventoría.

Los siguientes trabajos están incluidos dentro del concepto de construcción de rellenos:

- Preparación del terreno de cimentación.
- Esparcida del material en capas uniformes, entremezclándolo para obtener una adecuada distribución de tamaños.
- Retiro de los sobretamaños o materiales objetables.
- Control de la humedad del material.
- Compactación de las capas sucesivas.

5.2. Materiales

5.2.1. Generalidades

El material para los rellenos compactados aquí especificados se debe obtener de las fuentes seleccionadas por el CONTRATISTA y aprobadas por el Interventor.

El material se debe colocar y extender en capas cuyo espesor compactado no exceda de 25 cm, con excepción de los últimos 30 cm. que se colocarán en dos capas de 15 cm. cada una, y de tal manera que se evite segregación o contaminación de cualquier clase. El material debe compactarse hasta lograr una densidad no inferior al 95% de la máxima densidad del ensayo de Proctor Modificado.

Para lograr las densidades especificadas es necesario que el contenido de humedad del material en el momento de compactarlo sea el adecuado; en consecuencia, y si así lo requiere, el CONTRATISTA debe llevar a cabo las operaciones necesarias para reducir o aumentar el

contenido de humedad del material antes de proceder a extenderlo y compactarlo. Si es necesario agregar agua al material para su compactación, debe evitarse que el agua se acumule en las excavaciones o dentro de las estructuras y se produzca acolchonamiento del material de relleno o ablandamiento de la subrasante.

5.2.2. Colocación y Compactación

Los materiales usados para el relleno, la cantidad de éstos y la forma de colocación deben estar sujetos a la aprobación de la Interventoría, pero el CONTRATISTA es responsable por su integridad.

El apisonamiento del relleno se debe hacer por medio mecánico o manual, según el sitio de localización y tipo de relleno, y de acuerdo con lo indicado u ordenado por la U.P.E.S.

Todo el apisonamiento se debe ejecutar cuidadosamente para evitar que se golpeen las estructuras u obras existentes. Cuando se requieran rellenos a ambos lados, éstos se deben colocar y compactar simultáneamente para prevenir desplazamientos.

5.2.3. Control de calidad de la ejecución

La Interventoría debe efectuar los ensayos necesarios para el control de la construcción de los rellenos y su verificación. El costo de estos ensayos corre por cuenta del CONTRATISTA.

5.3. Medida

Se debe utilizar control topográfico para definir los volúmenes, los cuales deben ser aprobados por la U.P.E.S. La unidad de medida es el **metro cúbico (m³)** compactado con aproximación a un decimal.

5.4. Pago

Se pagan por separado los rellenos compactados en el espaldar de los muros de gaviones y otros rellenos aprobados por la Interventoría.

El precio Unitario para los **rellenos compactados** aprobados por la Interventoría, deben incluir el costo de los equipos, ensayos y mano de obra para su debida ejecución y compactación de los materiales y los demás conceptos relacionados con el alcance de los trabajos.

El pago de material seleccionado se hace al precio unitario consignado en el contrato y la unidad de medida es el metro cúbico (m³) con aproximación a un decimal, correspondiendo su cantidad al volumen final del relleno y a las proporciones de mezcla de materiales contenidas en dicho volumen y aprobadas.

CAPITULO VI

MURO DE GAVIONES

6.1. Generalidades.

El trabajo incluido en esta especificación comprende la realización de todas las operaciones necesarias para la construcción de estructuras de gaviones, (las cuales constan de canastas rectangulares de alambre galvanizado rellenas de piedra o de sacos de polipropileno rellenos de suelo - cemento), de acuerdo con los perfiles y secciones que se indiquen en los diseños y los que ordene el Interventor. Por consiguiente, el CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos, materiales y mano de obra que se requieran para ejecutar estos trabajos.

6.2. Clasificación:

Según las dimensiones de las canastas empleadas y su colocación dentro de la estructura, los gaviones se dividen en dos (2) clases:

Gaviones de base, de dimensiones 2.0x1.0x0.5 m.

Gaviones de cuerpo, de dimensiones 2.0x1.0x1.0 m.

6.3. Materiales:

a. Canasta para Gavión:

Deberá ser fabricada con malla "Ciclón" o "Eslabonada" de triple torsión calibre 10, con abertura máxima de 7.5 cm de lado. Esta malla tendrá un recubrimiento en P.V.C. para protegerla de la acción corrosiva del agua.

b. Relleno:

El relleno de las canastas deberá consistir de fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables. El material empleado deberá ser duro y resistente a los efectos del agua, por consiguiente el CONTRATISTA no podrá utilizar material descompuesto, fracturado o agrietado. No se aceptarán fragmentos de lutita, arcillolita o "pizarra", o de otras rocas blandas. La dimensión mínima de cada fragmento de roca o canto rodado deberá ser por lo menos 3 cm mayor que la abertura de la malla y se deben disponer de modo que entre ellos quede el menor espacio posible; debe evitarse usar piedra demasiado grande que restaría flexibilidad a la placa de fundación; la dimensión máxima deberá ser de 30 cm.

c. Alambre de amarre y tirantes:

Se debe emplear alambre del mismo calibre y calidad del utilizado en la fabricación de las mallas.

6.4. Construcción.

a. Preparación de la fundación:

El terreno de fundación deberá ser razonablemente nivelado suprimiéndole las depresiones o salientes. Los materiales sueltos u orgánicos que se encuentren deben ser retirados.

Los gaviones de base deberán colocarse en forma tal que por lo menos la mitad de su altura quede por debajo del nivel del terreno existente, a menos que los planos o el Interventor indiquen expresamente otra forma de colocación.

b. Relleno:

Las canastas deberán ser llenadas y amarradas en el sitio exacto donde han de quedar definitivamente y no se permitirá ningún transporte de las mismas una vez se haya efectuado el relleno.

Durante la operación de llenado, las canastas deberán mantenerse firmes y en posición correcta por medio de formaletas y tensores transversales adecuadamente espaciados. Las aristas, tanto verticales como horizontales de cada gavión, deben ligarse firmemente con las correspondientes de los gaviones adyacentes.

El llenado de las canastas deberá efectuarse a mano, colocando cuidadosamente las piedras de mayor tamaño en la periferia y el resto de tal forma que se obtenga una masa rocosa bien gradada, para obtener superficies de contacto entre gaviones parejas y libres de entrantes o salientes. El relleno debe permitir la máxima deformabilidad de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos asegurando así el máximo de peso.

Se tendrá especial cuidado de no formar zonas con acumulación de piedras pequeñas. En ningún caso se permitirá el llenado por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir una segregación arbitraria de tamaños.

c. Costuras:

Las costuras de las aristas deberán llevarse a cabo de manera que el alambre de cosido amarre un módulo completo de la malla.

d. Tirantes transversales y longitudinales:

Se deben colocar tirantes o templetes transversales cada 50 cm en el primer tercio y los 2/3 de la altura de cada gavión y longitudinalmente en la mitad de la altura.

Durante el relleno deben ser colocados tirantes de alambre de la siguiente manera:

Rellene cada celda del gavión de 1.0 m de alto hasta un tercio de su capacidad. Después, coloque normalmente dos tirantes uniendo paredes opuestas, con las extremidades atadas alrededor de dos nudos de la malla. Repita esta operación cuando el gavión esté lleno hasta dos tercios. En casos particulares los tirantes pueden unir paredes adyacentes. Eventualmente, los tirantes pueden colocarse en posición vertical; después de completar el relleno, se debe coser la tapa a los bordes superiores y de los diafragmas.

Los gaviones vacíos colocados arriba de una camada de gaviones ya terminados, deben ser cosidos a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos, para lograr contacto continuo entre los mismos que asegure una estructura monolítica.

6.5. Medida.

Para efectos de pago, se computará el volumen de las estructuras de gaviones que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con lo indicado en los diseños, lo prescrito en esta especificación o lo ordenado por el Interventor. La unidad de medida es el **metro cúbico (m³)**.

6.6. Pago.

La construcción de gaviones, medidas como indica el numeral anterior, se pagará al CONTRATISTA al precio unitario consignado por éste en el ítem correspondiente. Este precio se cancelará para la estructura de gavión incluida en los diseños. Este pago constituirá la única compensación que reciba el CONTRATISTA por los conceptos de trabajo que se indican y por consiguiente en el precio unitario deberán incluirse los costos ocasionados por la explotación, rajoneo, transporte y suministro de materiales hasta el sitio de utilización, colocación de formaletas, ensayos, llenado y amarre de las canastas de gaviones.

Las excavaciones necesarias para la construcción de los gaviones se pagarán en este ítem y estarán de acuerdo con la especificación.

CAPITULO VII

COLCHONETA DE GAVIONES

7.1. Generalidades

Esta especificación se refiere a las operaciones necesarias para la construcción de colchonetas de gaviones delgados, tipo "Reno", de acuerdo con los alineamientos, perfiles y secciones que indicadas en los planos o figuras de diseño y los que ordene la Interventoría. Por consiguiente el CONTRATISTA debe suministrar todos los equipos, materiales, combustibles y mano de obra que se requieran para ejecutar estos trabajos.

La colchoneta debe ser flexible, conformada con malla de alambre galvanizado, en los tipos y dimensiones que se indican más adelante. La base, las paredes laterales y las dos extremidades de la colchoneta deben ser fabricadas de una malla continua. Las separaciones o diafragmas deben ser fabricadas con el mismo tipo de malla y deben ser unidas mecánicamente a la base de la colchoneta de manera que resulten compartimientos que dividan la colchoneta de metro en metro. La cubierta también debe tener una sola malla continua.

7.2. Materiales

7.2.1. Malla de alambre

Se debe utilizar malla “ciclón” o “eslabonada” de triple torsión, calibre 10, con abertura máxima de 7.5 cm de lado con recubrimiento de P.V.C. para protegerla de la acción erosiva del agua.

7.2.2. Alambre

El alambre que se utilice en la fabricación de la malla debe ser calibre 10 (3.404 mm de diámetro) y cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

- Calidad: Acero dulce, galvanizado en caliente (al zinc puro) sin defectos (norma ASTM-A-90)
- Tracción: Carga mínima a la rotura de 42 Kg/mm²
- Alargamiento: Bajo carga de 42 Kg/mm², el alargamiento de un fragmento de 10 cm debe ser de 8 a 12 mm
- Enrollamiento: El alambre debe dejarse enrollar en espirales cerradas y paralelas sobre un cilindro de diámetro igual al doble del suyo, sin que el zinc muestre señales de deterioro.
- Torsión: Tiras de alambre de 20 cm de longitud deben soportar sin romperse y sin que se produzcan daños al zinc, 30 vueltas completas de torsión, permaneciendo el eje del alambre recto.
- Espesor de zinc (galvanizado): El alambre debe soportar sin perder su capa protectora de zinc, ni siquiera parcialmente, cuatro inmersiones sucesivas de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre cristalizado, con concentración de una parte de cristales por cinco de agua y temperatura de solución de 15°C. Entre las inmersiones los alambres se lavan, se limpian y se examinan.
- Elasticidad de la malla: Una sección rectangular de la malla de 2.0 m x 1.0 m, debe resistir sin romperse una carga de 1.95 Kg/cm². Se corta una sección de 2.0 m x 1.0 m, se sujetan los bordes a un marco y se tensiona hasta causar una elongación del 10% luego se somete a una carga de 1.95 Kg/cm² aplicada en el centro de la malla con un martillo de bordes redondeados para evitar el corte de los alambres.

7.2.3. Alambre de unión

El alambre utilizado para unir entre si las caras de una misma colchoneta y las aristas de una colchoneta con las del vecino (tirantes y templetes) debe ser mínimo calibre 12 (2.769 mm de diámetro). Generalmente se utiliza alambre de un número inmediatamente superior al

empleado en la malla metálica. La cantidad estimada de alambre es del 55% en relación con el peso de la colchoneta.

7.2.4. Relleno

Las canastas se deben rellenar con fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables. El material empleado debe ser duro y resistente a los efectos del agua; por consiguiente, el CONTRATISTA no puede utilizar material descompuesto, fracturado o agrietado. No se aceptan fragmentos de lutitas, arcillolitas o "pizarra", ni otras rocas blandas. La dimensión máxima de cada fragmento de roca o canto rodado debe estar comprendida entre 10 y 15 cm. o ser por lo menos 3 cm. mayor que la abertura de la malla y se deben disponer de modo que entre ellos quede el menor espacio posible.

7.3. **Medida**

Para efectos de pago, se debe computar el volumen de las estructuras que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con lo indicado en los diseños, lo prescrito en esta especificación o lo ordenado por la Interventoría. La unidad de medida es el **metro cúbico (m³)**.

7.4. **Medida y Pago**

La construcción de estructuras de colchoneta reno incluidas en los diseños y medidas como indica el numeral anterior, se pagan al CONTRATISTA al precio unitario consignado por éste en el ítem correspondiente.

Este pago constituye la única compensación que reciba el CONTRATISTA por los conceptos de trabajo que se indican y por consiguiente en el precio unitario deben incluirse los costos ocasionados por la explotación, rajoneo, transporte y suministro de materiales hasta el sitio de utilización, colocación de formaletas, llenado y amarre de las canastas, mano de obra, insumos, etc.

La colchoneta de gaviones se mide por **metro cúbico(m³)**.

Las excavaciones necesarias para la construcción de las colchonetas se pagan en este ítem y deben estar de acuerdo con la especificación.

CAPITULO VIII

EMPRADIZACION Y ARBORIZACIÓN

8.1. **Generalidades**

Se utilizan en los sitios en donde las excavaciones y la clase de terreno, puedan producir procesos de erosión que comprometan la estabilidad parcial de la obra.

El emhradizado del talud se debe ejecutar en un todo de acuerdo con el programa de reforestación y sistema de siembra, siguiendo las recomendaciones de la Interventoría, cumpliendo con los requisitos legales que se indiquen acuerdo con las expectativas del propietario. La emhradización debe complementarse con prácticas de arborización con especies nativas.

Deberá recuperarse en lo posible la capa vegetal retirada, la cual se ha debido conservar de la mejor manera. Donde exista el peligro de una falla rápida del talud, se deberán sembrar cespedones continuos o de forma ajedrezada, o construir barreras vivas; si es el caso, se deberá colocar una capa de tierra vegetal o ramas y arbustos, sostenidas temporalmente con estacas unidas por lianas o costales. Los sistemas de estabilización se deben prever para lograr el menor impacto ambiental y aumentar la vida útil de la obra.

Si se presentan zonas de erosión, cárcavas, deslizamientos durante la ejecución de la obra porque EL CONTRATISTA no tuvo en cuenta oportunamente las posibles fallas, el costo de la reparación y protecciones será por cuenta suya.

8.2. Medida y Pago

Las labores de emhradización se pagarán por **metro cuadrado (m2) y la arborización por unidad (und.)**, dependiendo del área a emhradizar. Se medirá en superficie inclinada y aproximado a la unidad, y su costo debe incluir el suministro de semilla o cespedón, fertilizantes, las labores de siembra o colocación, así como el mantenimiento durante el tiempo que transcurra hasta que la U.P.E.S. reciba la obra.

Para la arborización, el pago se hará multiplicando las unidades de arbustos sembrados por el respectivo precio unitario, el cual deberá incluir los costos de preparación y colocación de todos los materiales necesarios como plántulas, fertilizantes, tierra orgánica, etc., el riego periódico de los árboles y la conservación hasta el recibo final de los mismos.

Las obras de recubrimiento vegetativas serán pagadas de acuerdo con la anterior medida de pago, una vez que la interventoría compruebe que las especies sembradas comienzan a cubrir las áreas a proteger.

CAPITULO IX

DESCOLES

9.1. Generalidades

Los descoles son estructuras que captan el agua de canales y cunetas y la llevan, generalmente por terreno empinado, a cauces naturales o a terrenos resistentes a la erosión, estas estructuras pueden ser de concreto, mampostería de piedra, sacos rellenos de suelo – cemento, gaviones, madera u otros.

Generalmente se construyen como escalinatas y deben dotarse de elementos disipadores de energía, los cuales pueden ser pequeños diques, las escalas en contrapendiente o el ensachamiento en el extremo.

9.2. Medida y pago

Los descoles se pagan por **unidad** y en su precio se deben tener en cuenta los costos de materiales, mano de obra, excavaciones, herramientas y cualquier otro costo directo o indirecto en que se incurra para la correcta ejecución de la estructura.

CAPITULO X

DENSIFICACIÓN DE TALUDES

10.1. Generalidades:

Consiste en el mejoramiento de las características del suelo, por medios artificiales. Las características que se pretenden mejorar con la densificación son:

- Resistencia.
- Compresibilidad.
- Relación esfuerzo-deformación.
- Permeabilidad.
- Flexibilidad.
- Resistencia a la erosión.

Las tres primeras son generalmente requeridas en cualquier obra, en otras se busca además una adecuada permeabilidad y una buena flexibilidad. Para el caso específico, se busca mejorar la resistencia a la erosión del suelo, luego de las actividades de excavación y retiro de rellenos heterogéneos compuestos por suelo y materiales de desecho.

10.2 Contenido de agua y consistencia:

El contenido de agua se debe determinar mediante la ejecución de por lo menos tres ensayos de compactación, en los cuales se debe hallar la humedad óptima. Debido a que la densificación se realiza después de una excavación de taludes potencialmente inestables; para la obtención de la humedad óptima en el campo, se debe aplicar el agua por medios manuales o un carrotanque sobre el material expuesto, sin colocar rellenos adicionales.

Los taludes se densificarán mediante apisonamiento del suelo, hasta obtener una superficie uniforme y consistencia aceptable. Como mínimo se deben aplicar cuatro pasadas, con el equipo que se utilice.

El apisonamiento se debe hacer por medio mecánico o manual, y de acuerdo con lo indicado u ordenado por la U.P.E.S.

10.3 Medida y Pago:

La densificación o compactación, se mide y paga **por metro cuadrado (m²)**, de acuerdo con las medidas de consignadas en los planos de diseño.

CAPITULO XI

ENROCADO DE PROTECCION

11.1. Generalidades

La especificación que aquí se presenta consigna los elementos básicos para la construcción de enrocados de protección de márgenes contra la erosión, producida por el ataque del flujo de las aguas.

Se pretende con esta protección evitar la pérdida de material de la base de taludes potencialmente inestables que conforman los valles de quebradas o corrientes menores.

11.2. Materiales

El enrocado de protección se debe con materiales adecuados, los cuales deben consistir en bloques de roca de los diámetros específicos en los diseños.

11.3. Instalación

La protección de enrocado debe colocarse en las áreas definidas en los planos y siguiendo las recomendaciones dadas en los diseños particulares. Previo a la colocación del enrocado de protección, se debe efectuar la adecuación de la superficie mediante el retiro de basura, materia orgánica y en general, de cualquier elemento que dificulte la adecuada colocación de los materiales.

Los materiales deben colocarse sobre la superficie a proteger principalmente en forma manual o si las condiciones topográficas lo permiten, con ayuda de bulldozer de baja capacidad para el movimiento de bloques de mayor tamaño.

Con el fin de generar un acorazamiento de la capa de enrocado, los bloques más grandes deben ser colocados hacia la parte exterior, sobre los más pequeños.

11.4 Medida y pago

El enrocado de protección se mide en metros cúbicos (m³), de acuerdo a las condiciones dadas en los diseños o las indicaciones de la U.P.E.S. o la Interventoría. El pago se hace de acuerdo con el precio unitario indicado en el formulario de precio, el cual debe incluir la explotación y manejo del material, equipos, mano de obra, transporte y en general todas aquellas actividades en caminadas a la correcta ejecución de las obras.

CAPITULO XII

LIMPIEZA

12.1. Generalidades

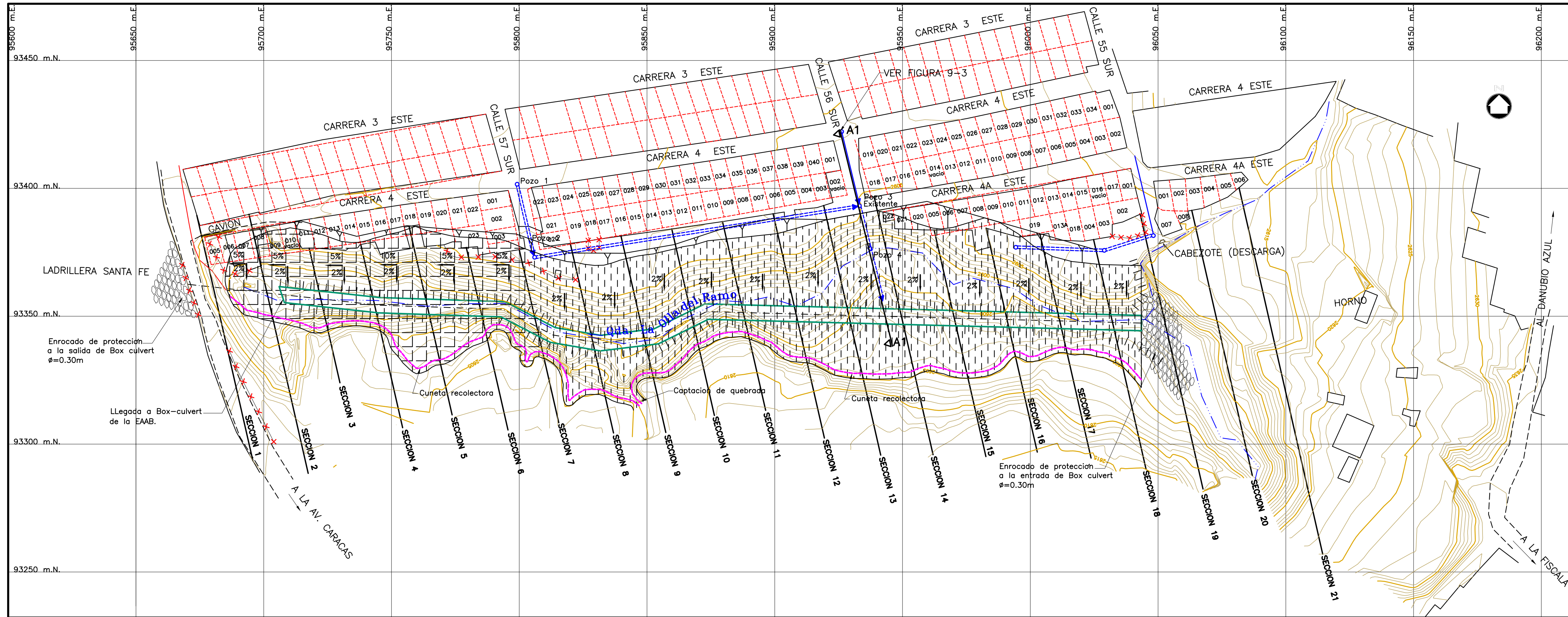
La limpieza debe cubrir toda la zona de influencia, entendiéndose por zona de influencia toda la zona de la obra, las vías utilizadas, botadero, etc., y las zonas adyacentes que hayan sido afectadas indirectamente.

12.2. Procedimiento

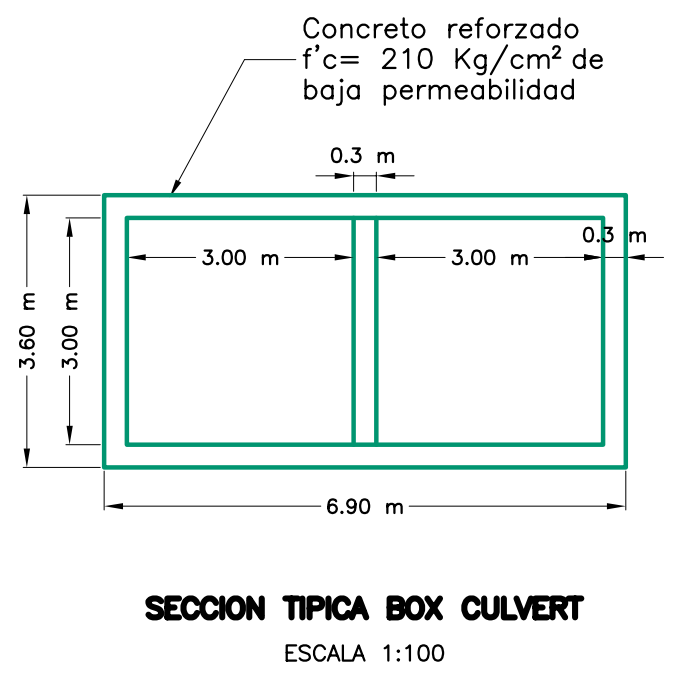
- Una vez terminadas las obras, el contratista debe dejar las áreas de trabajo en las mismas condiciones en que se encontraban antes de iniciar las labores.
- La limpieza debe realizarse cuidadosamente en forma continua hasta que la totalidad del área de las obras haya sido limpiada a satisfacción de la U.P.E.S. y de los propietarios de los predios.
- Se debe restituir la capa vegetal que haya sido retirada o afectada durante la construcción; restablecer las cercas que hayan sido cortadas.
- Los caminos y carreteras usados por el CONTRATISTA en donde la banca, el pavimento o las obras de arte resulten dañados por dicho uso deben ser restaurados a satisfacción de la U.P.E.S y del propietario.
- Se deben adecuar quebradas, caños, drenajes etc. El CONTRATISTA debe restablecer los hombros a lo largo de las bancas de los ríos y arroyos a su condición original y en forma aceptable para la U.P.E.S., sin que esto signifique ningún costo extra para la empresa.
- Cualquier roca o material extraño que se encuentre en el terreno debe trasladarse hasta algún sitio seleccionado por la U.P.E.S., sin ningún costo extra.
- La supervisión de los trabajos antes de la entrega definitiva, debe ser hecha personalmente por los ingenieros del CONTRATISTA que hayan permanecido durante la construcción, en compañía de uno de los representantes de la U.P.E.S. en igualdad de condiciones.
- El contratista debe entregar a la U.P.E.S. previo al recibo final de la obra, los paz y salvos por concepto de daños, expedidos y debidamente firmados por los propietarios de los predios afectados (tanto en el sitio de las obras como en otros terrenos que hayan afectado), liberando a la U.P.E.S. de posibles reclamaciones; los certificados deben entregarse a medida que se avance la obra y son requisito para la legalización de las actas parciales de pago.

12.3. Medida y Pago

Los trabajos de esta especificación **no le serán pagados al CONTRATISTA** y su costo deberá tenerse en cuenta en los ítems que requieran de esta actividad.



- CONVENCIONES**
- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
 - CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
 - RIO O QUEBRADA
 - VIA
 - CONSTRUCCION O VIVIENDA
 - CERCA
 - ALCANTARILLADO EXISTENTE
 - ALCANTARILLADO PROYECTADO
 - BOX CULVERT



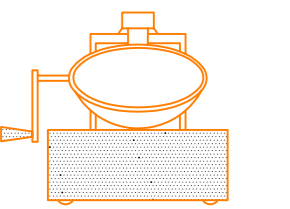
ALTERNATIVA 2 BOX CULVERT
ESCALA 1:1000

FIGURA E1



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C

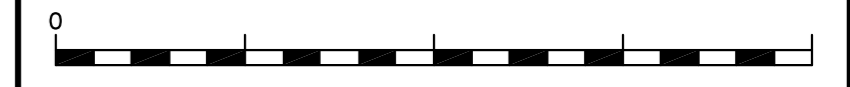
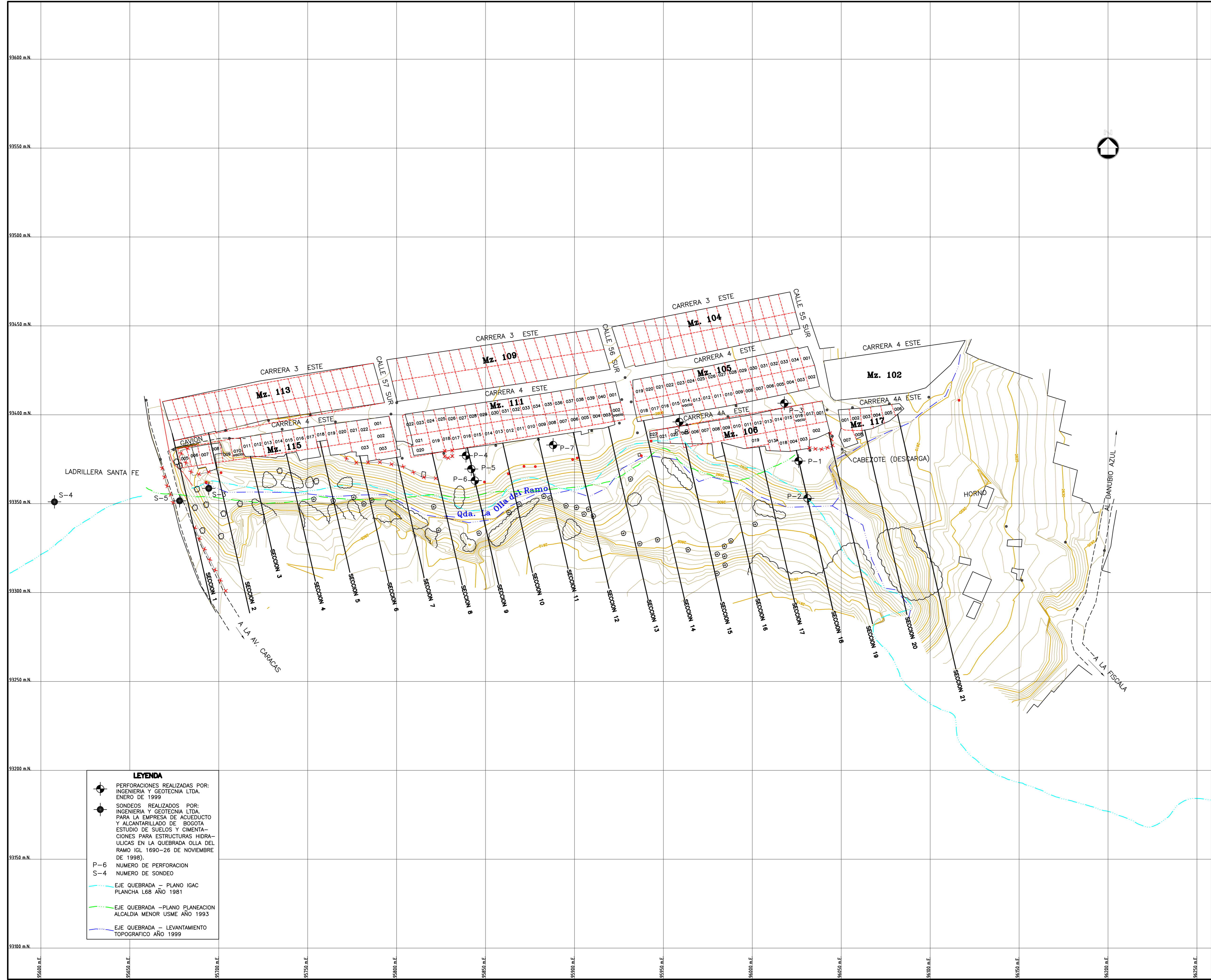


INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

TOPOGRAFIA GENERAL Y LOCALIZACION DE PERFORACIONES



ESCALA: 1 : 1000

CONVENCIONES

- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO O QUEBRADA
- VIA
- CONSTRUCCION O VIVIENDA
- CERCA
- ARBOLES LOCALIZADOS TOPOGRAFICAMENTE
- ARBOLES LOCALIZADOS FOTOGRAFICAMENTE
- ARBUSTOS
- DESAGUE CON MANGUERA
- POSTE
- MOJON

MOJONES DE REFERENCIA

NOMBRE	NORTE	ESTE	COTA
CD-764	94322.612	953163.948	2570.786
CD-765-A	94065.685	95203.739	2573.187

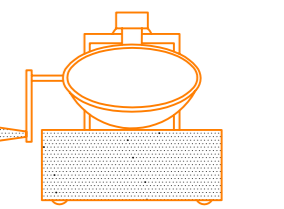
PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: H.E.A.
 REVISO: M.G.L. APROBO: UPES - D.R.P.
 DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENOR: A.G.C. LTDA.
 FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 1 DE 23
 FUENTE: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HERNANDO BUITRAGO
 NOMBRE DEL ARCHIVO : 01TOPOG.DWG

- LEYENDA**
- PERFORACIONES REALIZADAS POR: INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. ENERO DE 1999
 - SONDEOS REALIZADOS POR: INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. PARA LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA QUEBRADA OLLA DEL RAMO IGL 1690-26 DE NOVIEMBRE DE 1998).
 - P-6 NUMERO DE PERFORACION
 - S-4 NUMERO DE SONDEO
 - EJE QUEBRADA - PLANO IGAC PLANCHA L68 AÑO 1981
 - EJE QUEBRADA - PLANO PLANEACION ALCALDIA MENOR USME AÑO 1993
 - EJE QUEBRADA - LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO AÑO 1999



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

MAPA GEOLOGICO

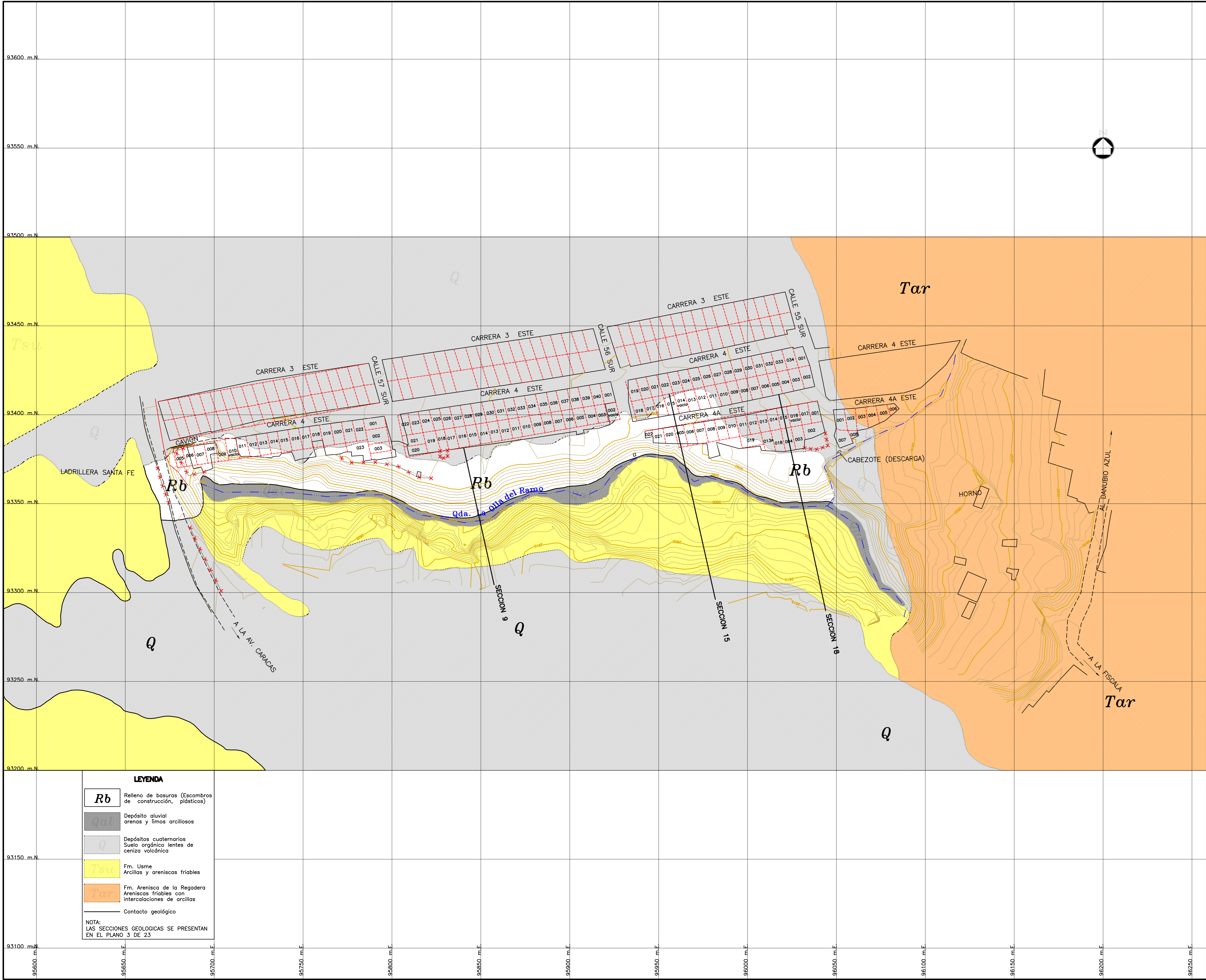


ESCALA: 1 : 1000

CONVENCIONES

- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO O QUEBRADA
- VIA
- CONSTRUCCION O VIVIENDA
- CERCA

PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: R.A.L.
 REVISO: H.E.A. APROBO: UPES - D.R.P.
 DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENOR: A.G.C. LTDA.
 FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 2 DE 23
 FUENTE: RECONOCIMIENTO GEOLOGICO. FOTOINTERPRETACION
 NOMBRE DEL ARCHIVO: 02GEOL.DWG
 NOMBRE INTERNO: 05 C:\1788\PLANOS\02GEOL.DWG



LEYENDA

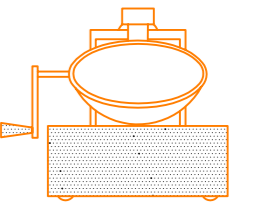
- Rb** Relleno de basuras (Escombros de construcción, plásticos)
- Depósito aluvial arenas y limos arcillosos
- Depósitos cuaternarios Suelo orgánico lentes de ceniza volcánica
- Fm. Usme Arcillas y areniscas friables
- Fm. Arenisca de la Regadera Areniscas friables con intercalaciones de arcillas
- Contacto geológico

NOTA: LAS SECCIONES GEOLOGICAS SE PRESENTAN EN EL PLANO 3 DE 23



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE
ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS
DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS
PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA
DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA
QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN
INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL
EN LA LOCALIDAD DE USME

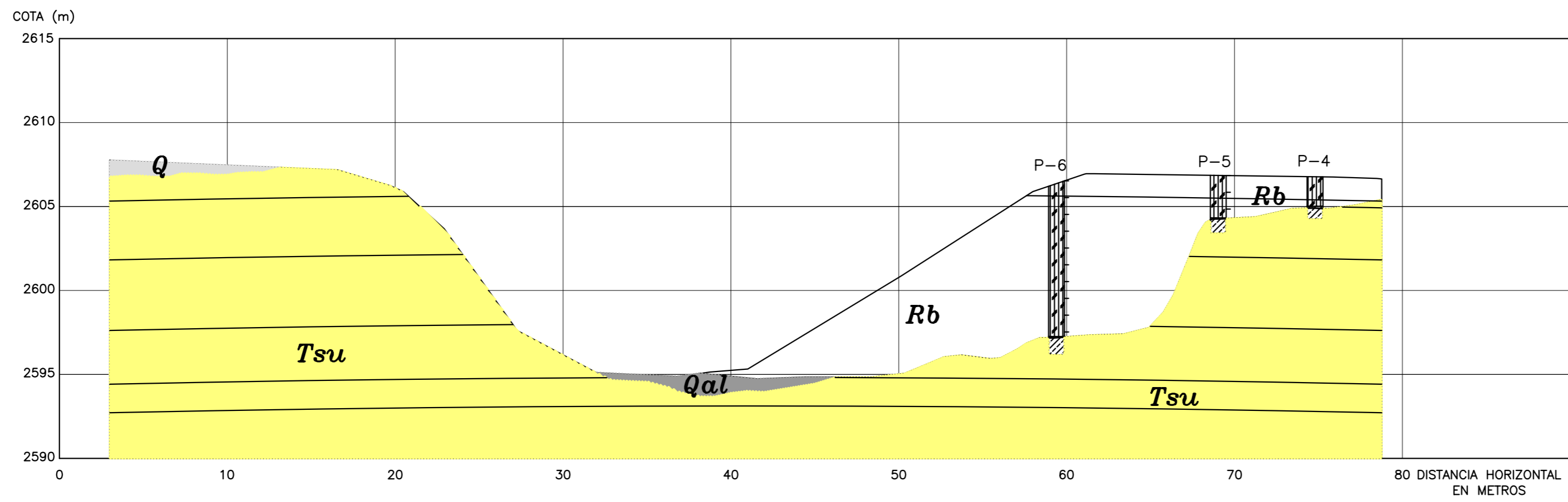
CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

SECCIONES GEOLOGICAS

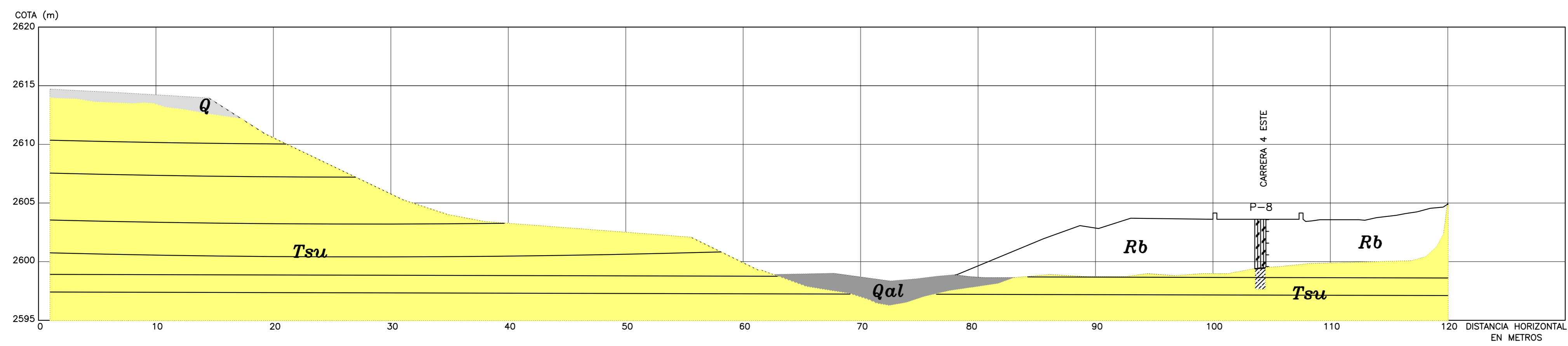


ESCALA: 1 : 250

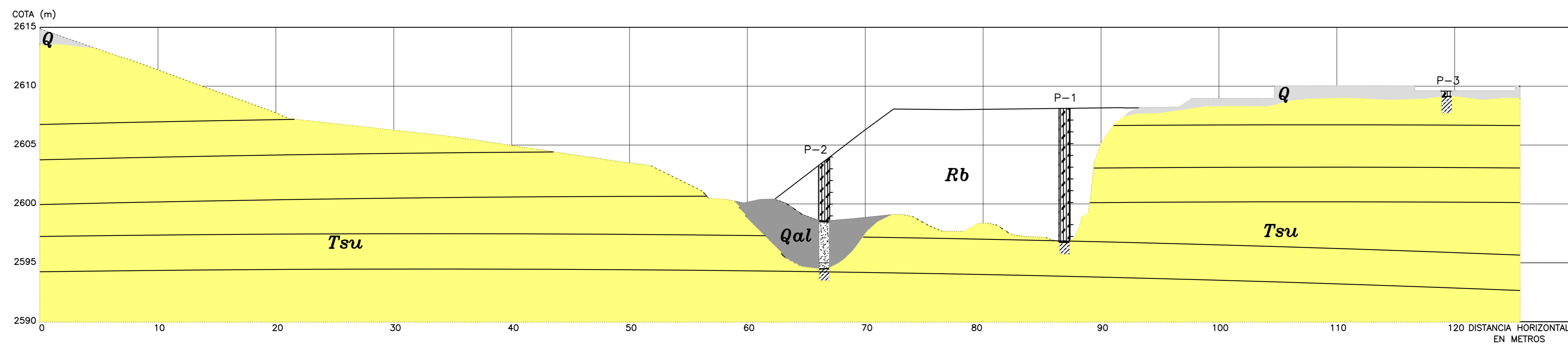
CONVENCIONES



SECCION 9



SECCION 15



SECCION 18

LEYENDA	
Rb	Relleno de basuras (Escombros de construcción, plásticos)
Qal	Depósito aluvial arenas y limos arcillosos
Q	Depósitos cuaternarios Suelo orgánico lentes de ceniza volcánica
Tsu	Fm. Usme Arcillas y areniscas friables
Tar	Fm. Arenisca de la Regadera Areniscas friables con intercalaciones de arcillas
Contacto geológico	

NOTA:
VER SECCIONES GEOLOGICAS EN PLANTA
EN EL PLANO 2 DE 23

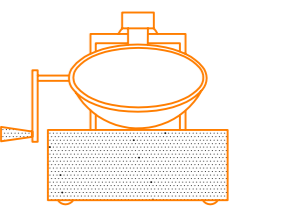
PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: R.A.L.
REVISO : H.E.A. APROBO: UPES - D.R.P.
DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENOR: A.G.C. LTDA.
FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 3 DE 23
FUENTE : LEVANTAMIENTO GEOLOGICO - EXPLORACION IGL
NOMBRE DEL ARCHIVO : 03SECC.DWG

NOMBRE INTERNO : 05 C:\1788\PLANOS\03SECC.DWG



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

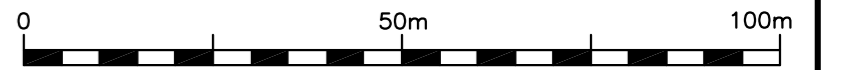


INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

MAPA GEOMORFOLOGICO



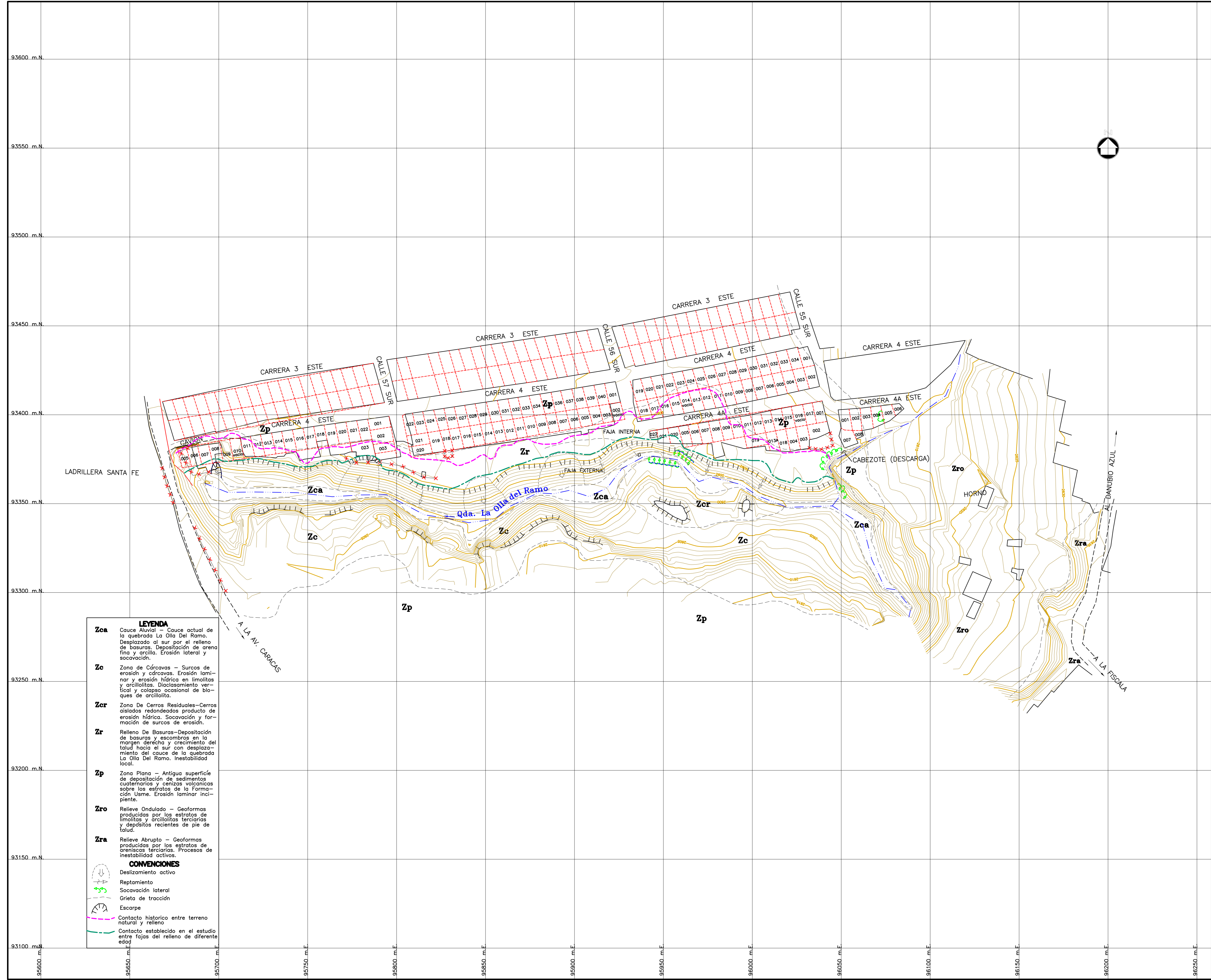
ESCALA: 1 : 1000

CONVENCIONES

- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO O QUEBRADA
- VIA
- CONSTRUCCION O VIVIENDA
- CERCA

PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: R.A.L. - M.G.L.
 REVISO: M.G.L. APROBO: UPES - D.R.P.
 DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENTOR: A.G.C. LTDA.
 FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 4 DE 23
 FUENTE: RECONOCIMIENTO GEOTECNICO
 NOMBRE DEL ARCHIVO: 04GEOM.DWG

NOMBRE INTERNO: 05 C:\1788\PLANOS\04GEOM.DWG



LEYENDA

Zca Cauce Aluvial - Cauce actual de la quebrada La Olla Del Ramo. Desplazado al sur por el relleno de basuras. Deposición de arena fina y arcilla. Erosión lateral y socavación.

Zc Zona de Cárcavas - Surcos de erosión y cárcavas. Erosión laminar y erosión hídrica en limolitas y arcillolitas. Diclasmiento vertical y colapso ocasional de bloques de arcillolita.

Zcr Zona De Cerros Residuales - Cerros aislados redondeados producto de erosión hídrica. Socavación y formación de surcos de erosión.

Zr Relleno De Basuras - Deposición de basuras y escombros en la margen derecha y crecimiento del talud hacia el sur con desplazamiento del cauce de la quebrada La Olla Del Ramo. Inestabilidad local.

Zp Zona Plana - Antigua superficie de deposición de sedimentos cuaternarios y cenizas volcánicas sobre los estratos de la Formación Usme. Erosión laminar incipiente.

Zro Relieve Ondulado - Geoformas producidas por los estratos de limolitas y arcillolitas terciarias y depósitos recientes de pie de talud.

Zra Relieve Abrupto - Geoformas producidas por los estratos de areniscas terciarias. Procesos de inestabilidad activos.

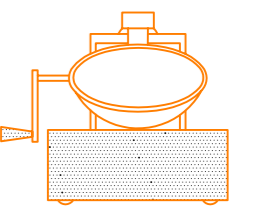
CONVENCIONES

- Deslizamiento activo
- Replamamiento
- Socavación lateral
- Grieta de tracción
- Escarpe
- Contacto histórico entre terreno natural y relleno
- Contacto establecido en el estudio entre fajas del relleno de diferente edad



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

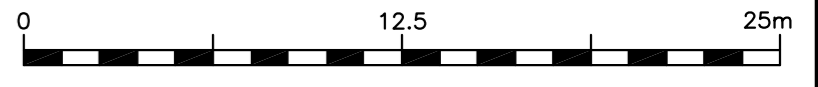


INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

SECCIONES DE ANALISIS PARA ESTABILIDAD DE TALUDES

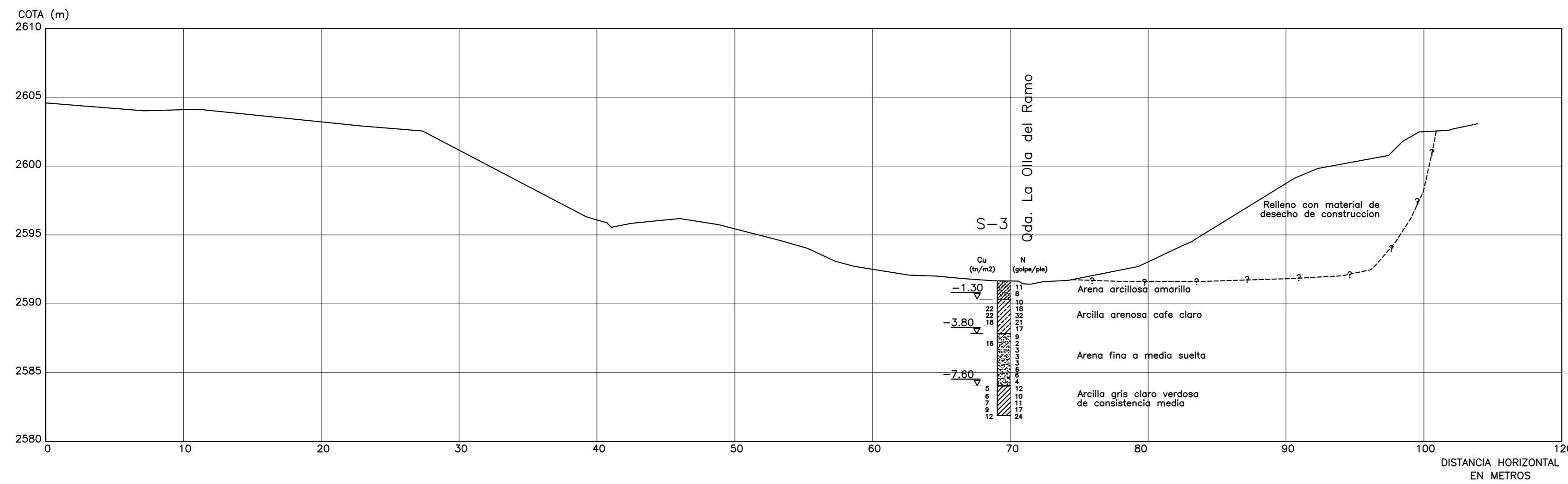


ESCALA: 1 : 250

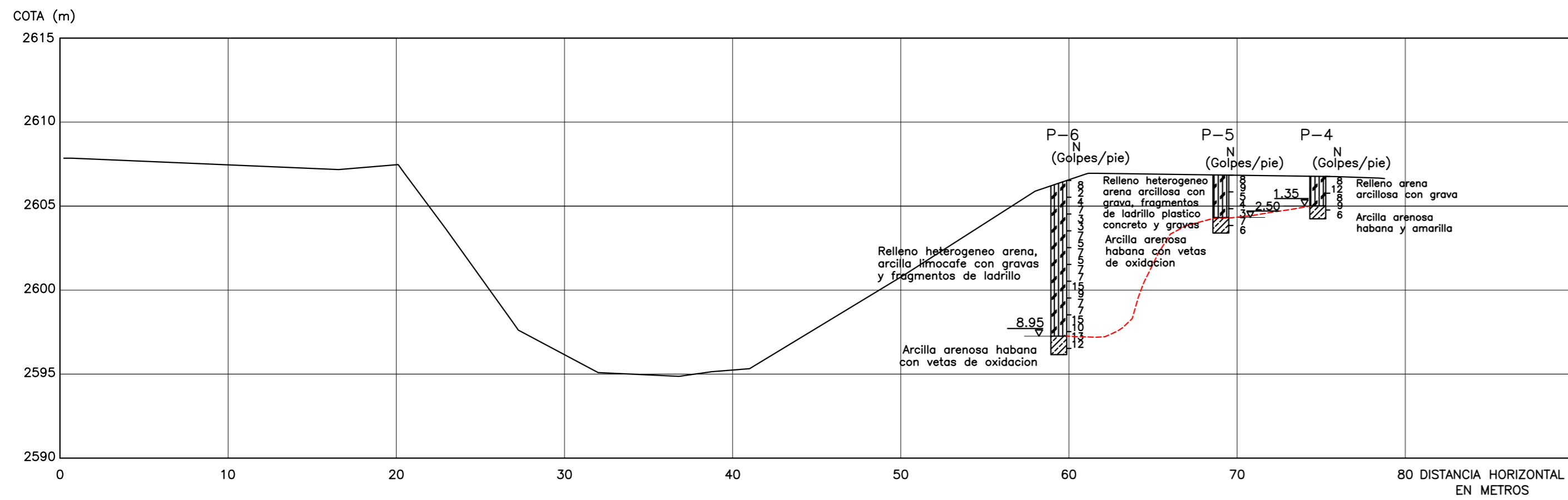
CONVENCIONES

PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: H.E.A.
REVISO: M.G.L. APROBO: UPES - D.R.P.
DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENTOR: A.G.C. LTDA.
FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 5 DE 23
FUENTE: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - EXPLORACION IGL
NOMBRE DEL ARCHIVO: 05ESTAL.DWG

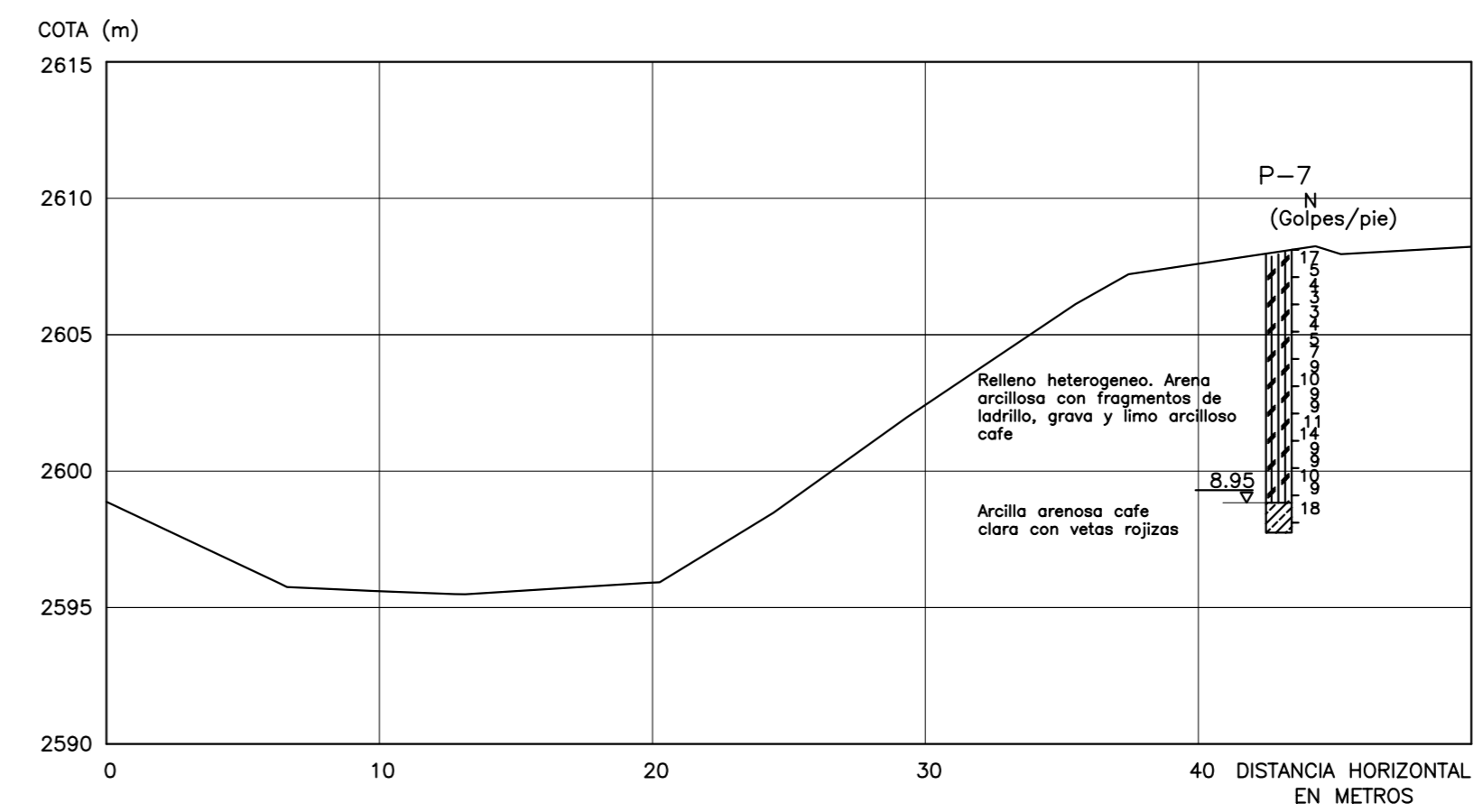
NOMBRE INTERNO: 05 C:\1788\PLANOS\05ESTAL.DWG



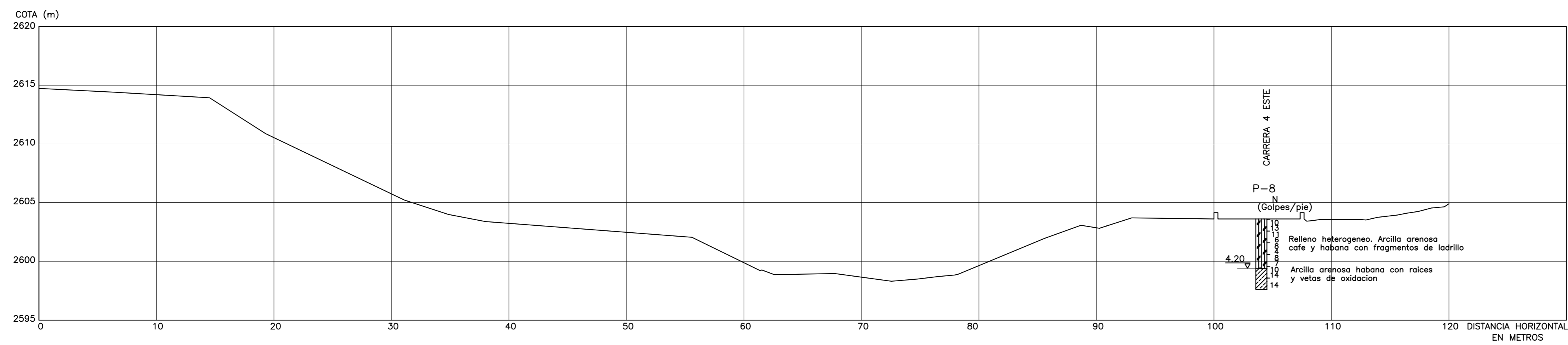
SECCION 2



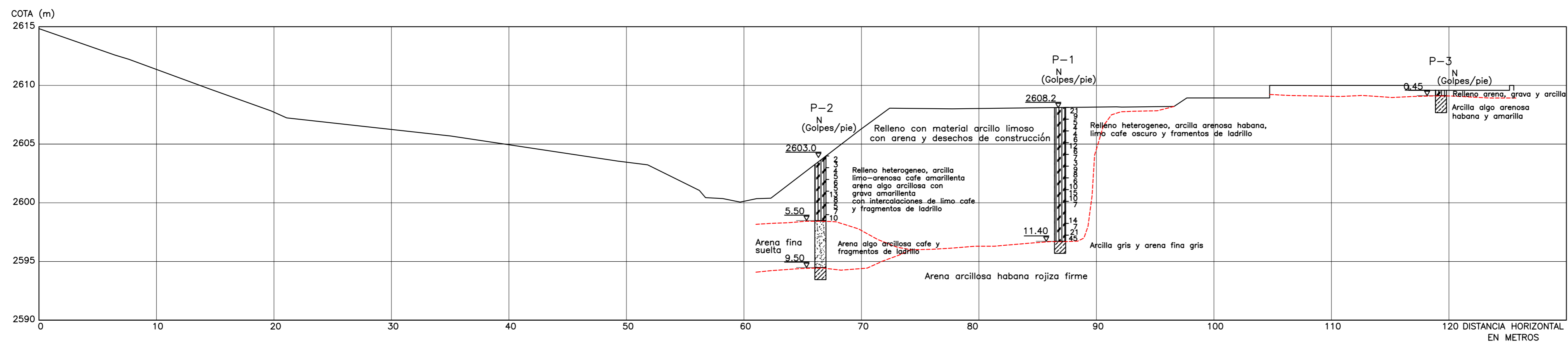
SECCION 9



SECCION 12



SECCION 15

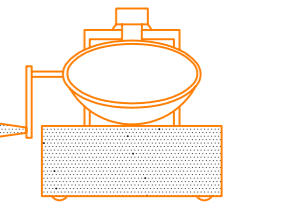


SECCION 18



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

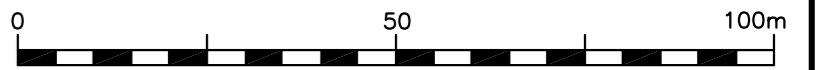


INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

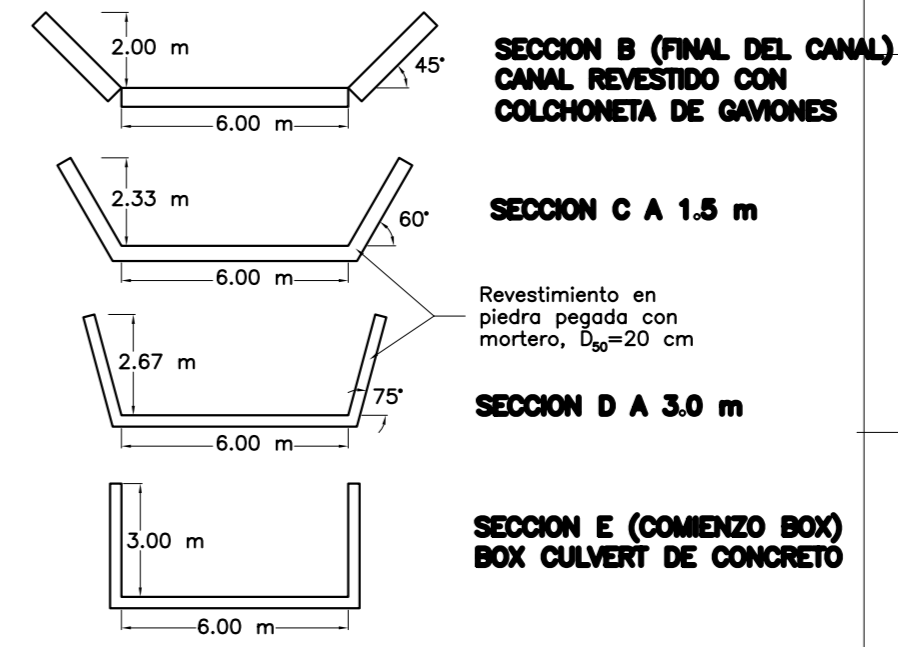
ALTERNATIVA DE MITIGACION N° 4
RECTIFICACION DE CAUCE Y CANAL REVESTIDO
PLANTA



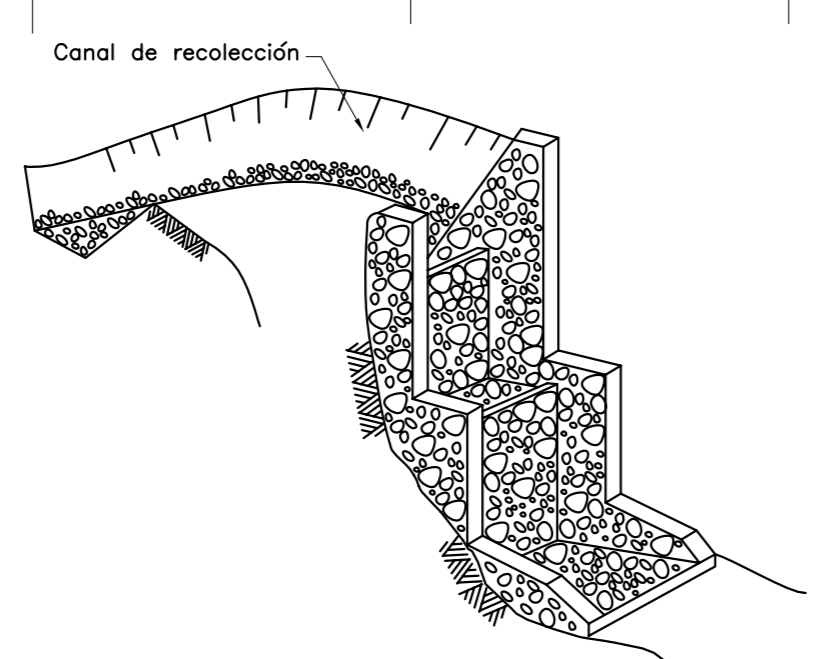
ESCALA: 1 : 1000

CONVENCIONES

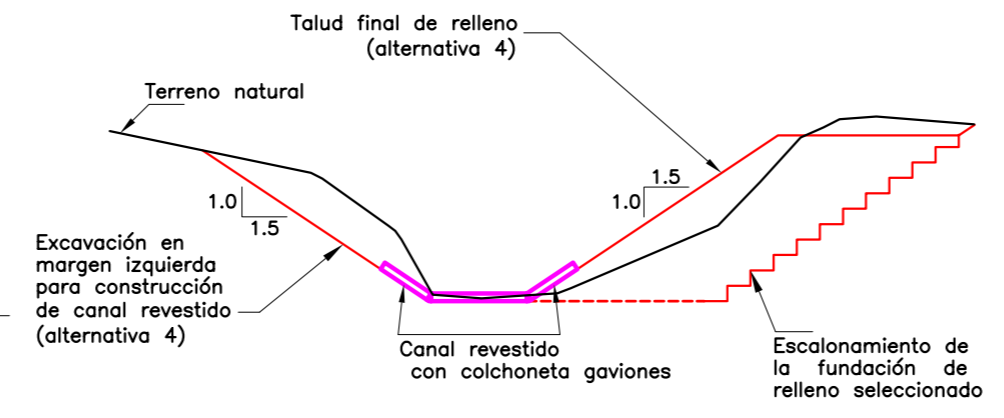
- 2810 CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO O QUEBRADA
- VIA
- CONSTRUCCION O VIVIENDA
- CERCA



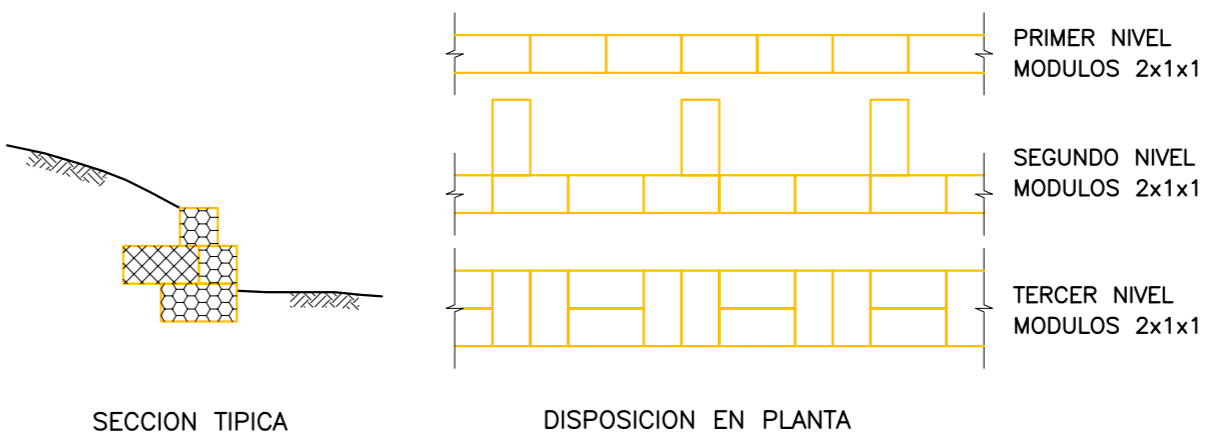
DETALLE 1
TRANSICION CANAL REVESTIDO - BOX CULVERT
ESCALA 1:200



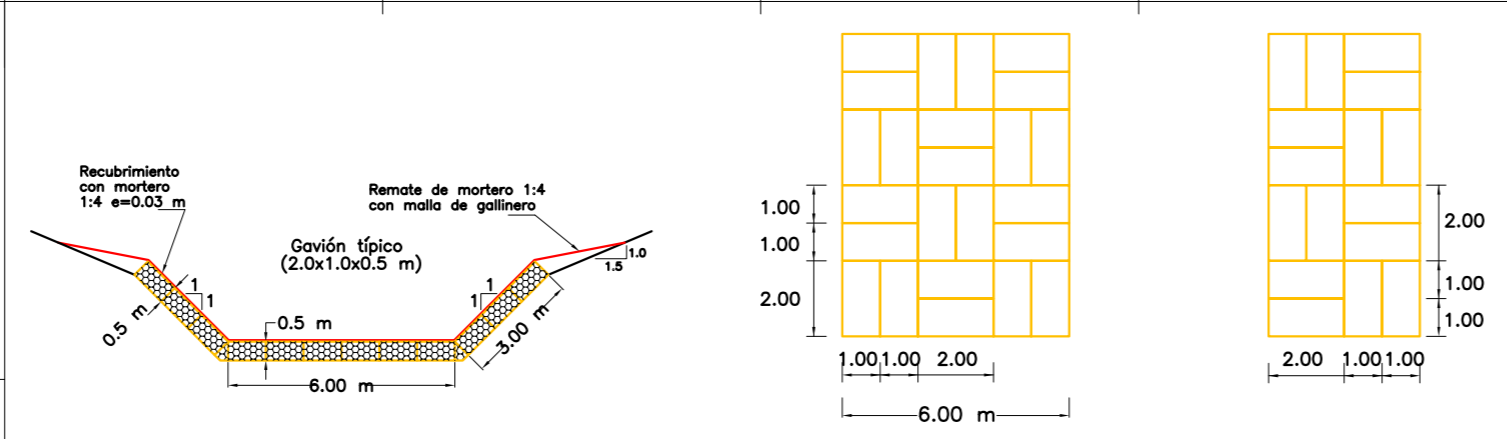
DETALLE DESCOLE DE CONCRETO
SIN ESCALA



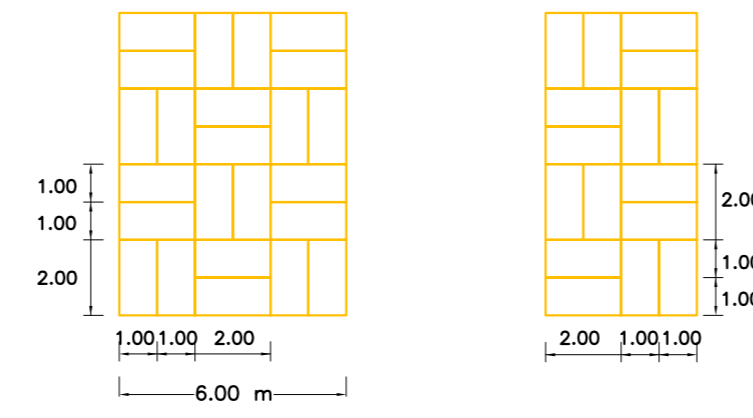
NOTA:
Las secciones de detalle se presentan en los planos 16 a 19



MURO DE GAVIONES PARA LA PROTECCION DE MARGENES
ESCALA 1:200

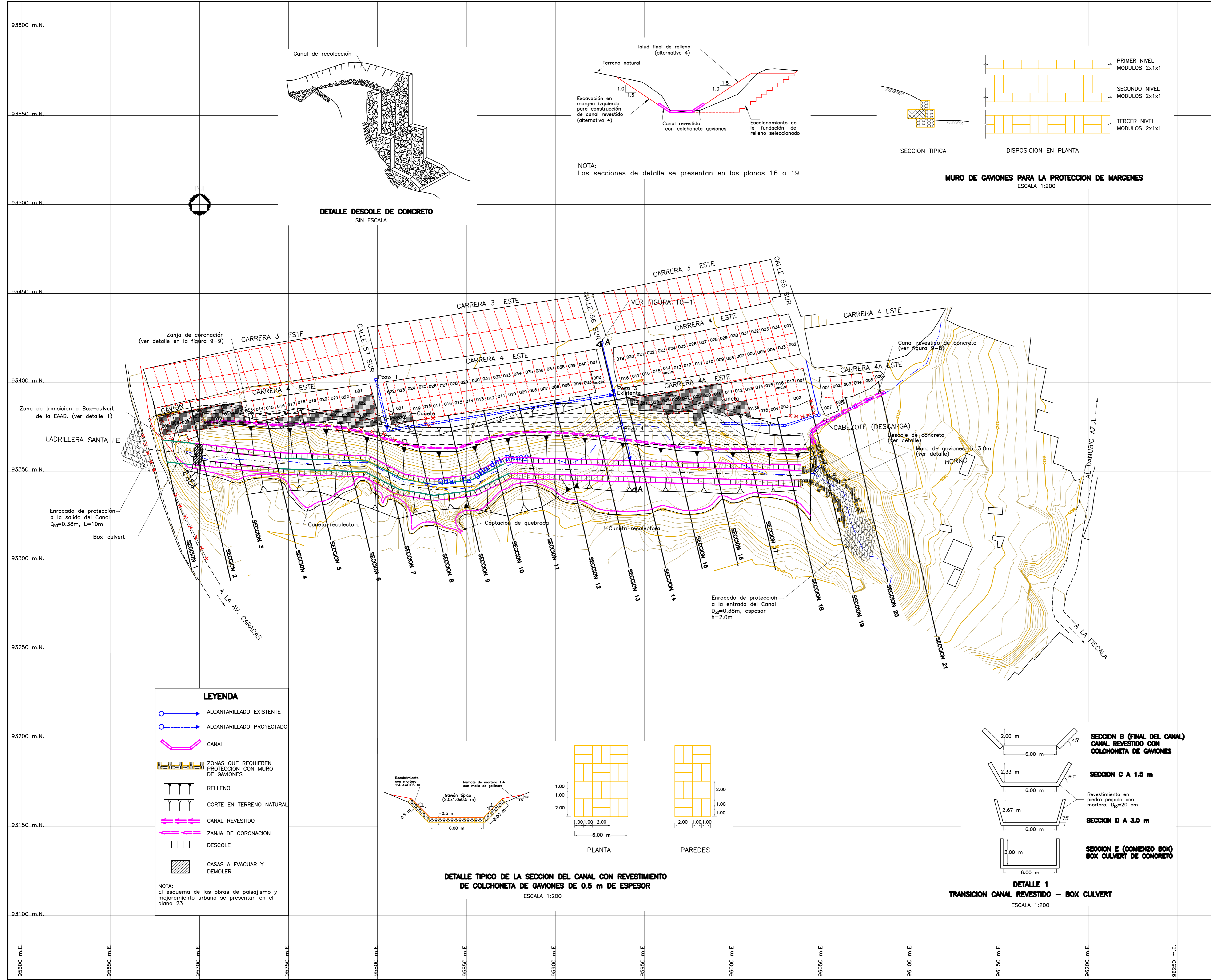


DETALLE TIPICO DE LA SECCION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO DE COLCHONETA DE GAVIONES DE 0.5 m DE ESPESOR
ESCALA 1:200



PLANTA PAREDES

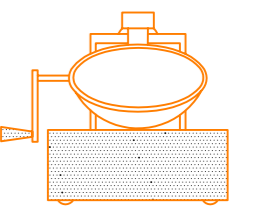
- LEYENDA**
- ALCANTARILLADO EXISTENTE
 - ALCANTARILLADO PROYECTADO
 - CANAL
 - ZONAS QUE REQUIEREN PROTECCION CON MURO DE GAVIONES
 - RELLENO
 - CORTE EN TERRENO NATURAL
 - CANAL REVESTIDO
 - ZANJA DE CORONACION
 - DESCOLE
 - CASAS A EVACUAR Y DEMOLER
- NOTA:
El esquema de las obras de paisajismo y mejoramiento urbano se presentan en el plano 23





UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

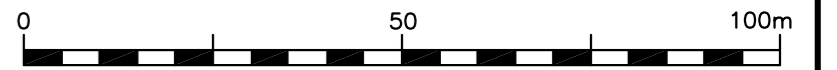


INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

ALTERNATIVAS DE MITIGACION 2 Y 3
MEJORAMIENTO PARCIAL Y TOTAL DE LA MARGEN DERECHA DE LA ZONA DE ESTUDIO
PLANTA

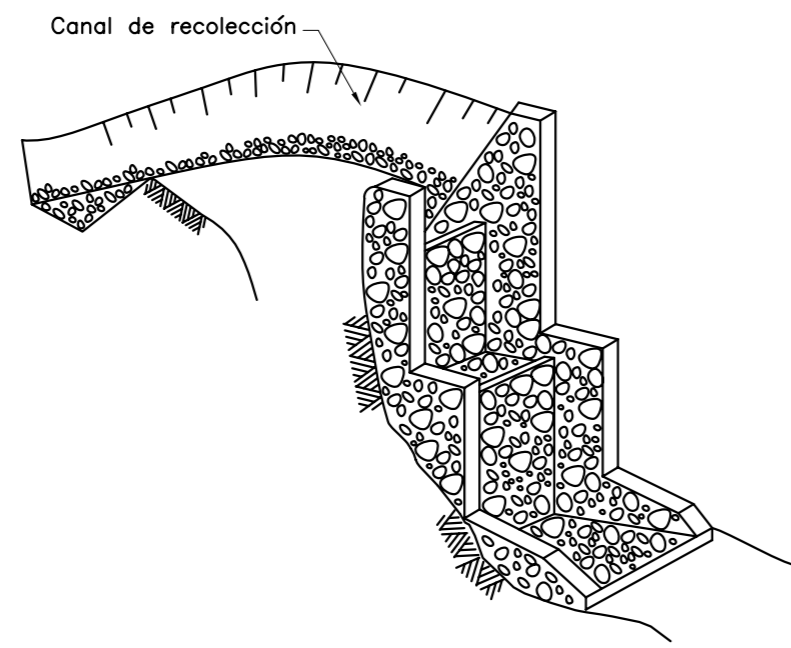


ESCALA: 1 : 1000

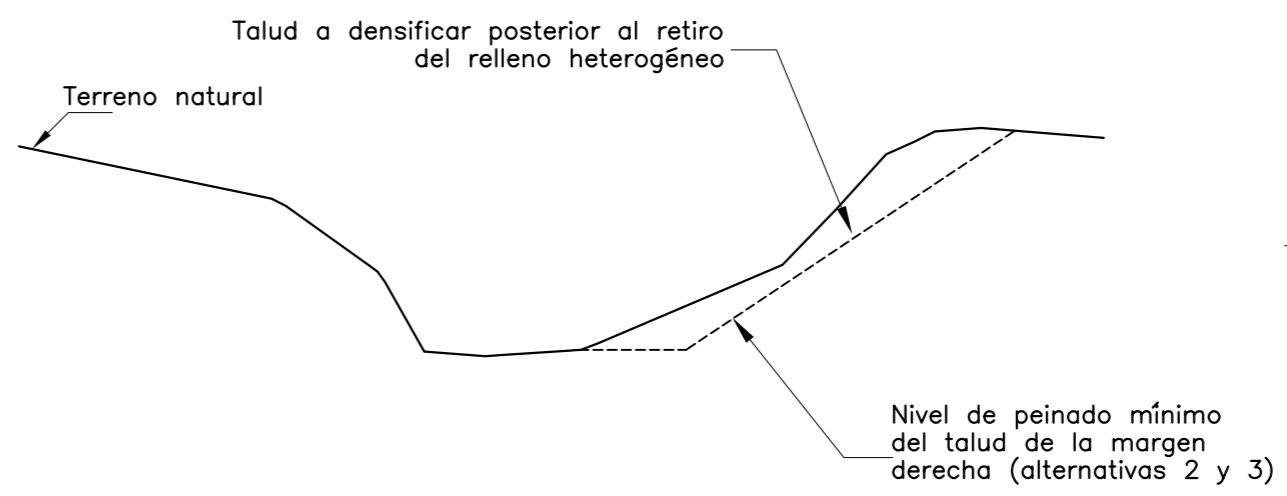
CONVENCIONES

- 2610 CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- RIO O QUEBRADA
- VIA
- CONSTRUCCION O VIVIENDA
- CERCA

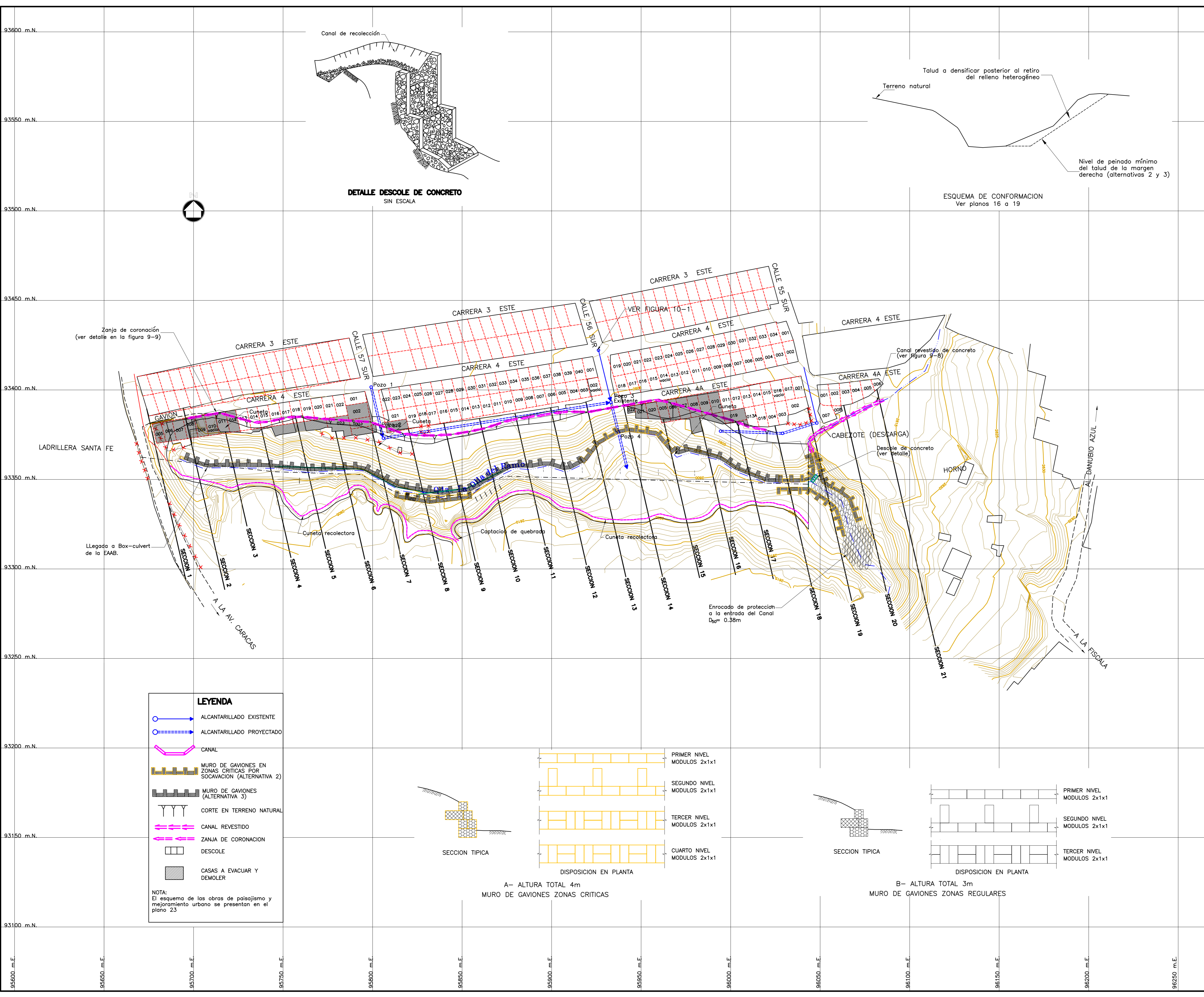
PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: M.G.L.
 REVISO: M.G.L. APROBO: UPES - D.R.P.
 DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENTOR: A.G.C. LTDA.
 FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 15 DE 23
 FUENTE:
 NOMBRE DEL ARCHIVO: 15MITIGA.DWG
 NOMBRE INTERNO: OS C:\1788\PLANOS\15MITIGA.DWG



DETALLE DESCOLE DE CONCRETO
SIN ESCALA



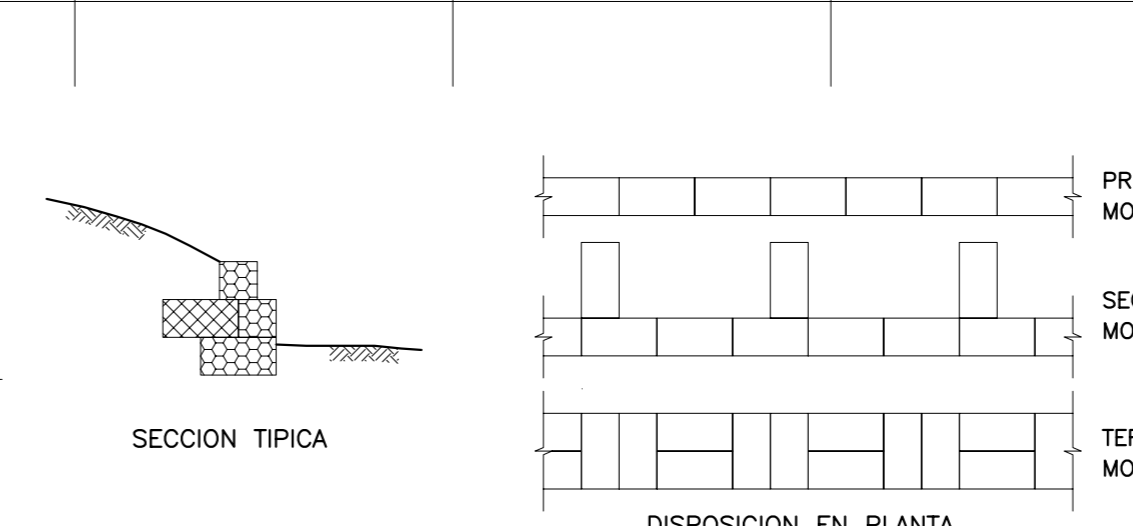
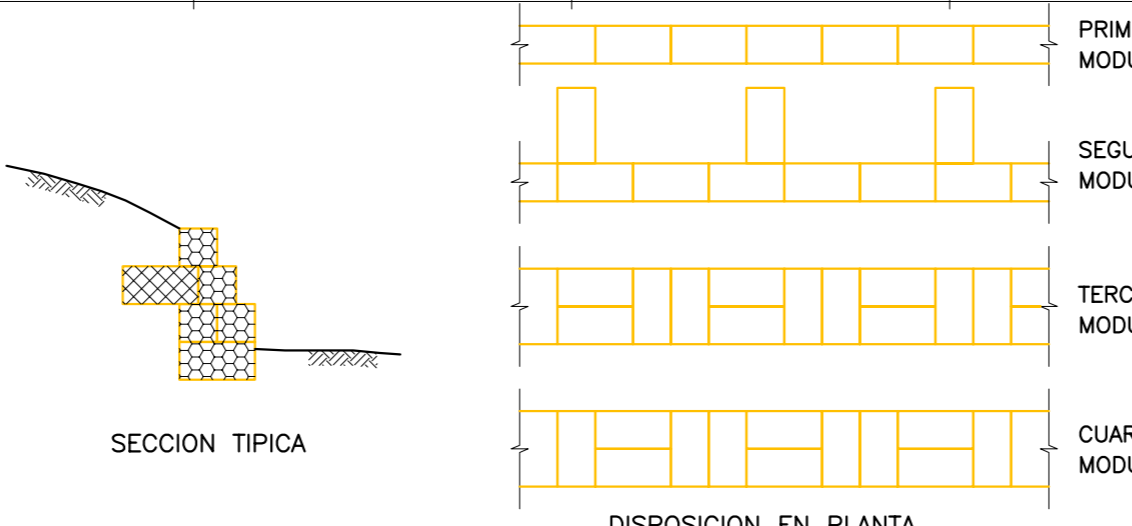
ESQUEMA DE CONFORMACION
Ver planos 16 a 19



LEYENDA

- ALCANTARILLADO EXISTENTE
- ALCANTARILLADO PROYECTADO
- CANAL
- MURO DE GAVIONES EN ZONAS CRITICAS POR SOCAVACION (ALTERNATIVA 2)
- MURO DE GAVIONES (ALTERNATIVA 3)
- CORTE EN TERRENO NATURAL
- CANAL REVESTIDO
- ZANJA DE CORONACION
- DESCOLE
- CASAS A EVACUAR Y DEMOLER

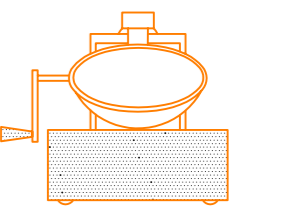
NOTA:
El esquema de las obras de paisajismo y mejoramiento urbano se presentan en el plano 23





UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

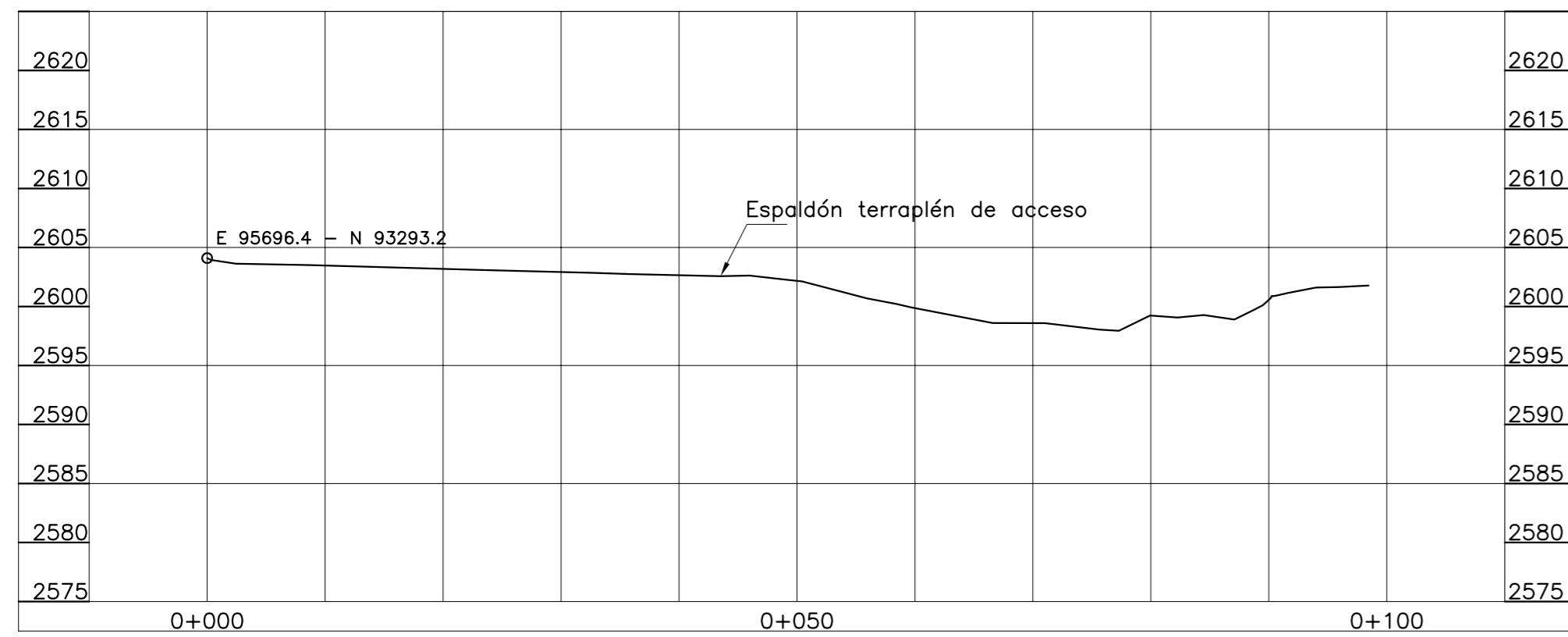
ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

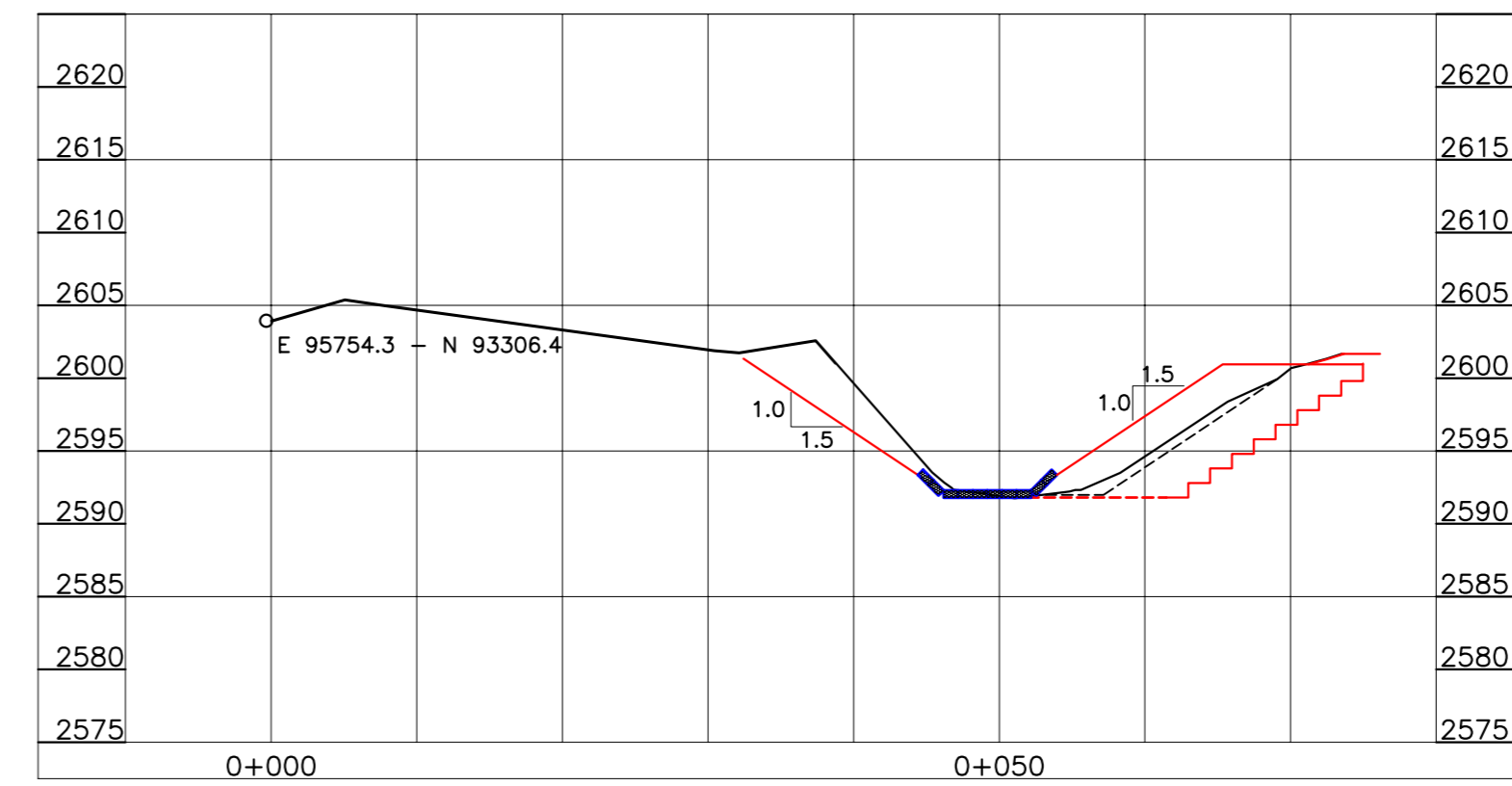
ALTERNATIVA DE MITIGACION N°4
RECTIFICACION DE CAUCE Y CANAL REVESTIDO

ALTERNATIVAS DE MITIGACION N° 2 Y 3
MEJORAMIENTO PARCIAL Y TOTAL
DE LA MARGEN DERECHA

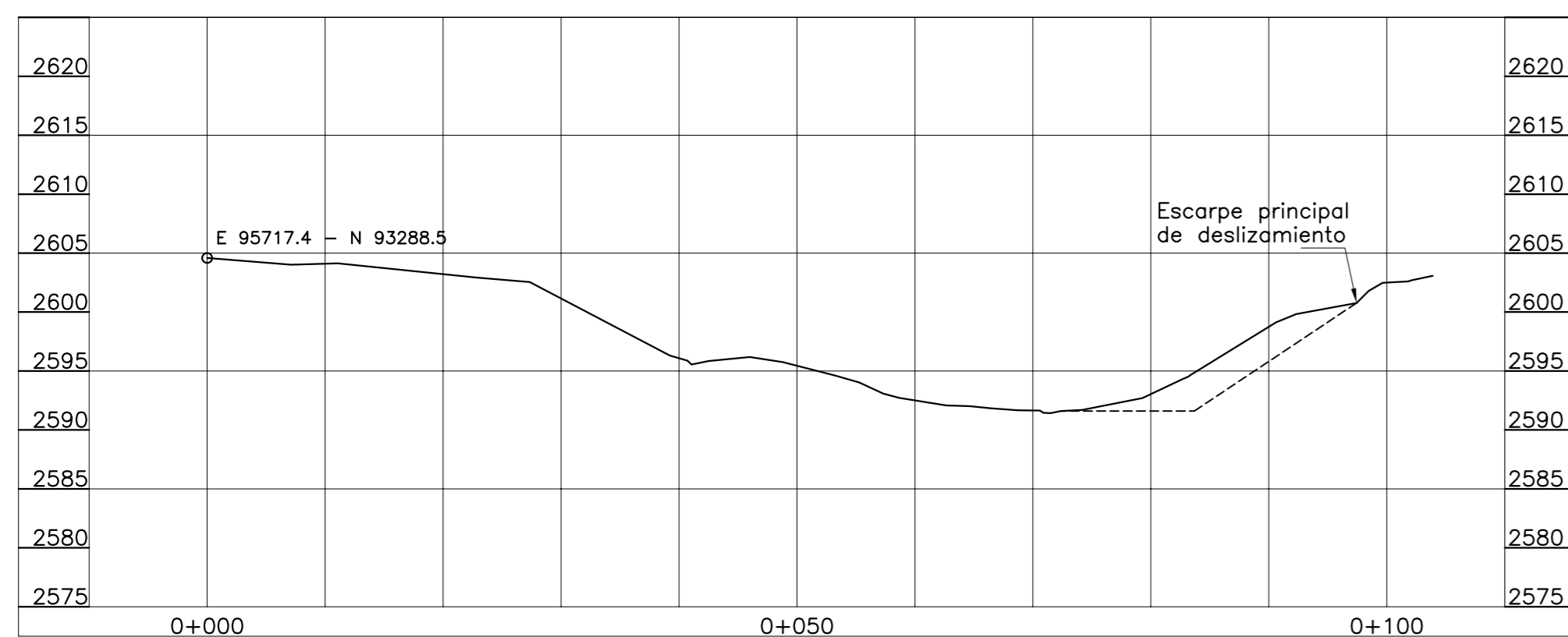
SECCIONES TRANSVERSALES
1 A 6



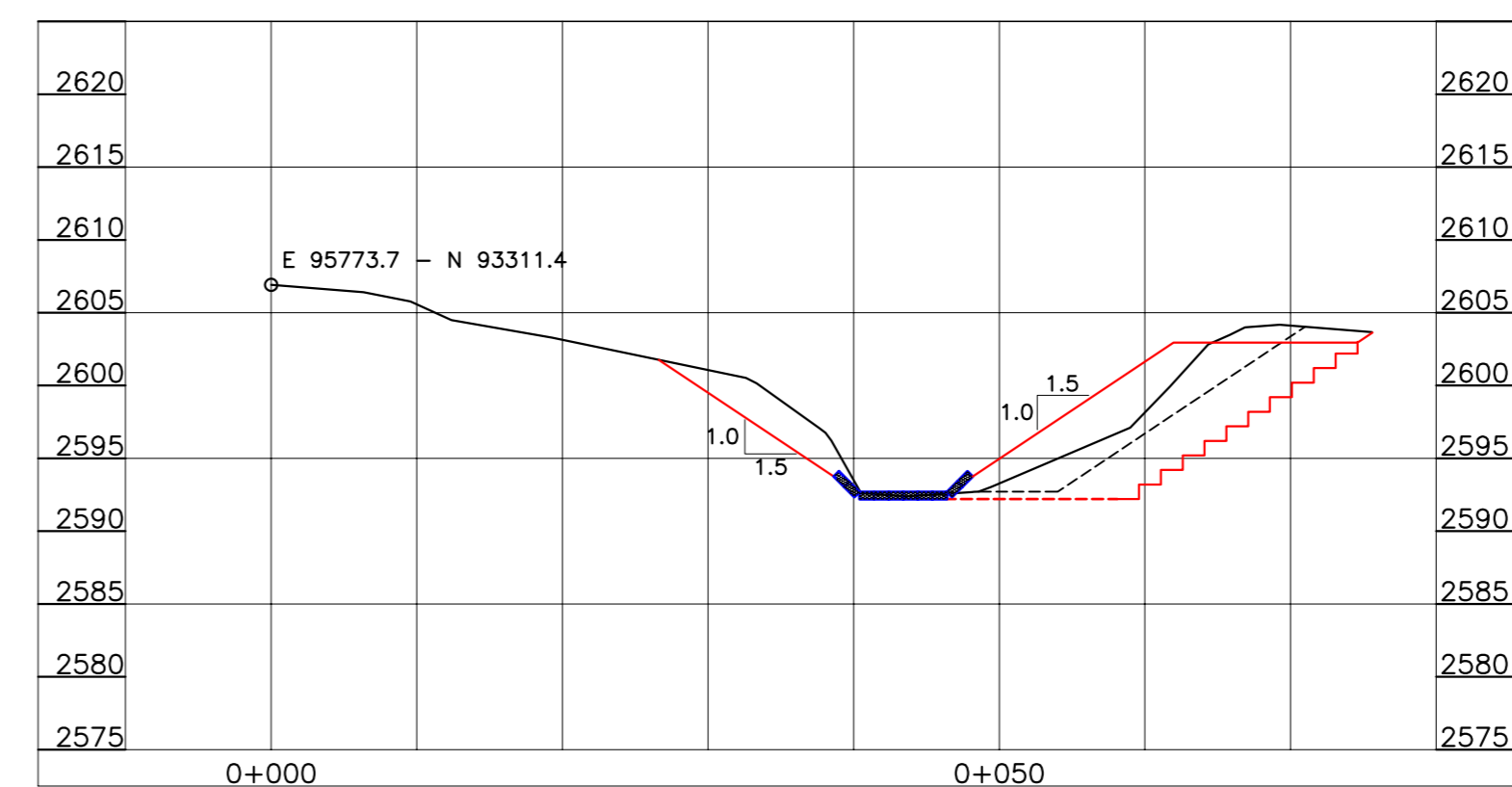
SECCION 1



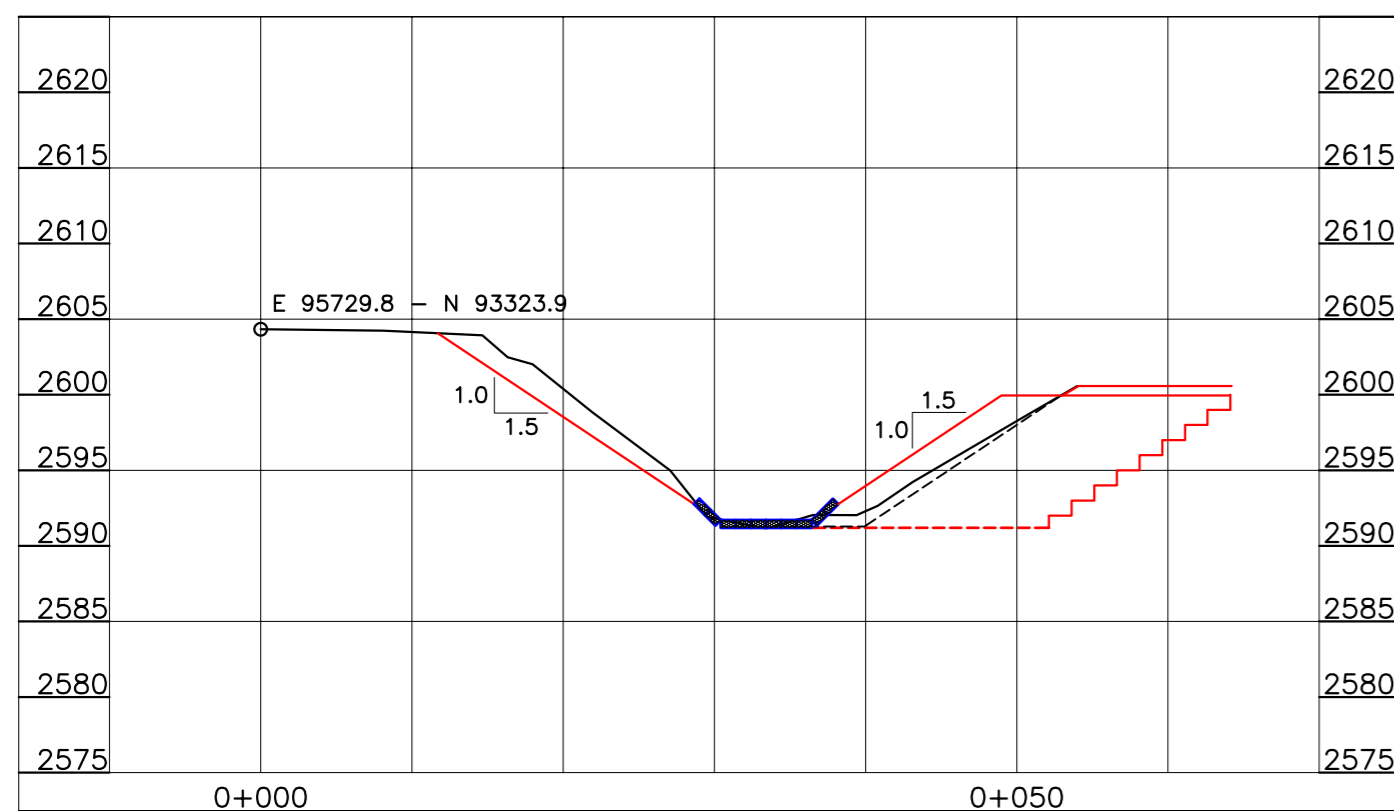
SECCION 4



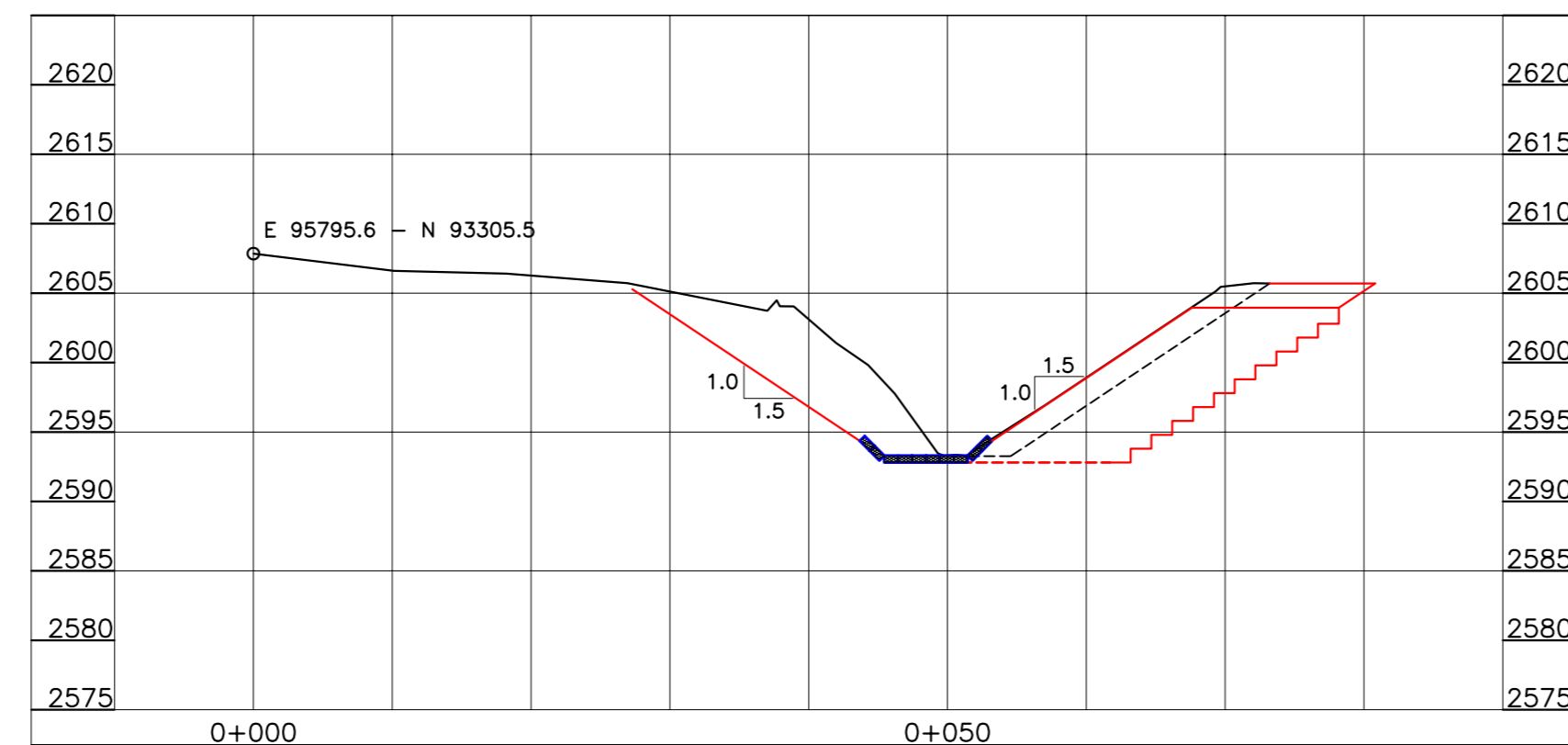
SECCION 2



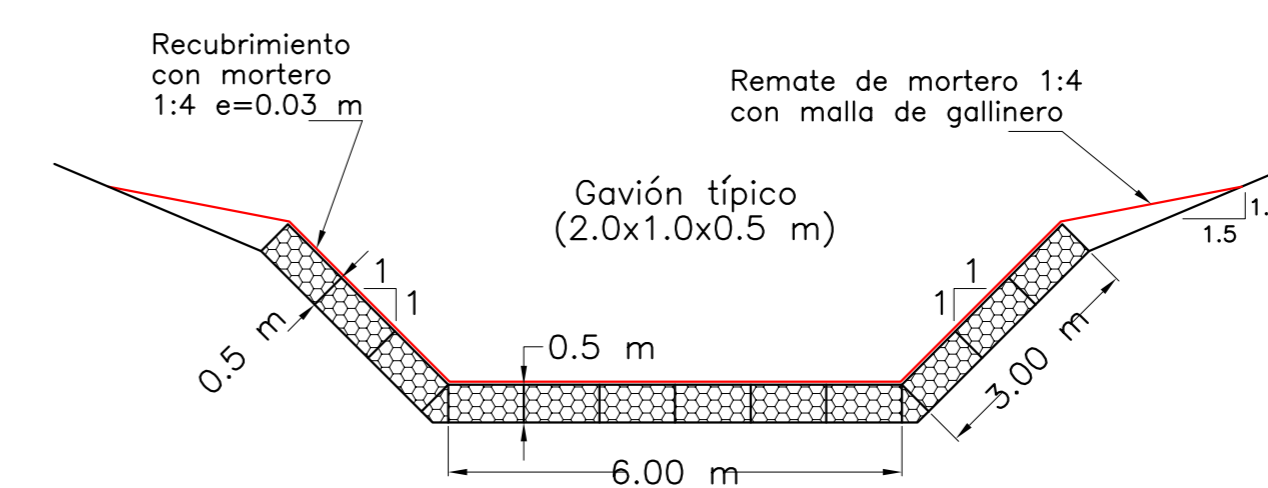
SECCION 5



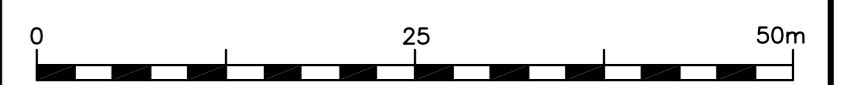
SECCION 3



SECCION 6

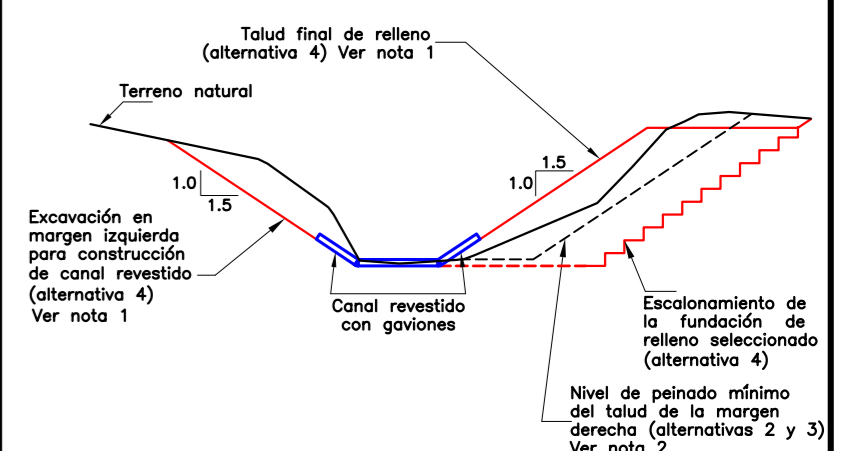


DETALLE TIPICO DE LA SECCION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO DE COLCHONETA DE GAVIONES
ESCALA 1:100



ESCALA: 1 : 500

CONVENCIONES



NOTAS

- 1- Los taludes de relleno y corte en color rojo corresponden a la alternativa 4 de rectificación del cauce y construcción de un canal a cielo abierto revestido con gaviones.
- 2- El talud con línea a trazos de color negro corresponde a las alternativas de mitigación 2 y 3 de mejoramiento parcial y total de la margen derecha en la zona del estudio.

PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: C.B.M. - H.E.A.

REVISO: M.G.L. APROBO: UPES - D.R.P.

DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENTOR: A.G.C. LTDA.

FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 16 DE 23

FUENTE: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HERNANDO BUITRAGO

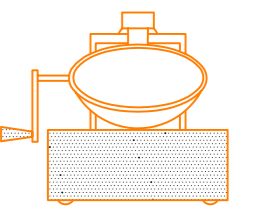
NOMBRE DEL ARCHIVO: 16SECT1.DWG

NOMBRE INTERNO: OS C:\1788\PLANOS\16SECT1.DWG



UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.



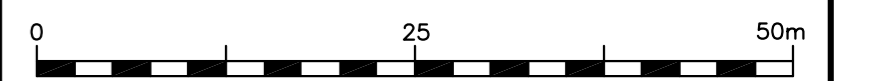
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTECNICO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR UN TRAMO DE LA FRANJA DE RONDA POR LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA LA OLLA DEL RAMO EN INMEDIACIONES DEL BARRIO DANUBIO AZUL EN LA LOCALIDAD DE USME

CONTRATO DE CONSULTORIA G-804-105/98

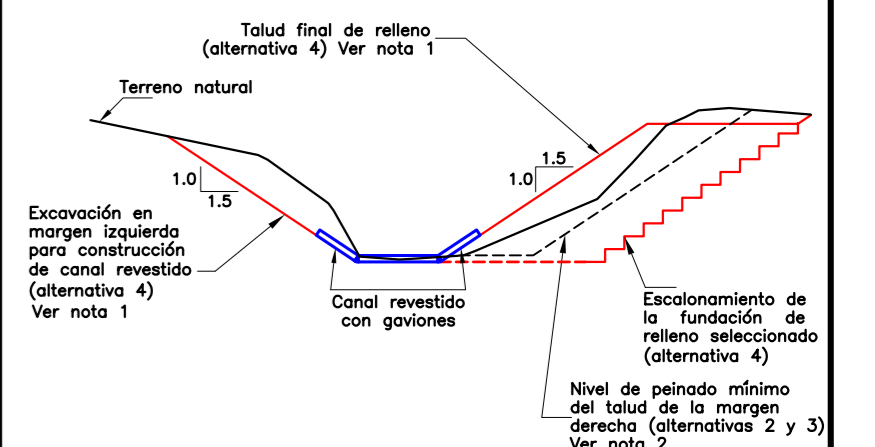
ALTERNATIVA DE MITIGACION N°4
RECTIFICACION DE CAUCE Y CANAL REVESTIDO
ALTERNATIVAS DE MITIGACION N° 2 Y 3
MEJORAMIENTO PARCIAL Y TOTAL
DE LA MARGEN DERECHA

SECCIONES TRANSVERSALES
7 A 12



ESCALA: 1 : 500

CONVENCIONES



NOTAS

- Las taludes de relleno y corte en color rojo corresponden a la alternativa 4 de rectificación del cauce y construcción de un canal a cielo abierto revestido con gaviones.
- El talud con línea a trazos de color negro corresponde a las alternativas de mitigación 2 y 3 de mejoramiento parcial y total de la margen derecha en la zona del estudio.

PROYECTO: I.G.L. DISEÑO: C.B.M. - H.E.A.

REVISO: M.G.L. APROBO: UPES - D.R.P.

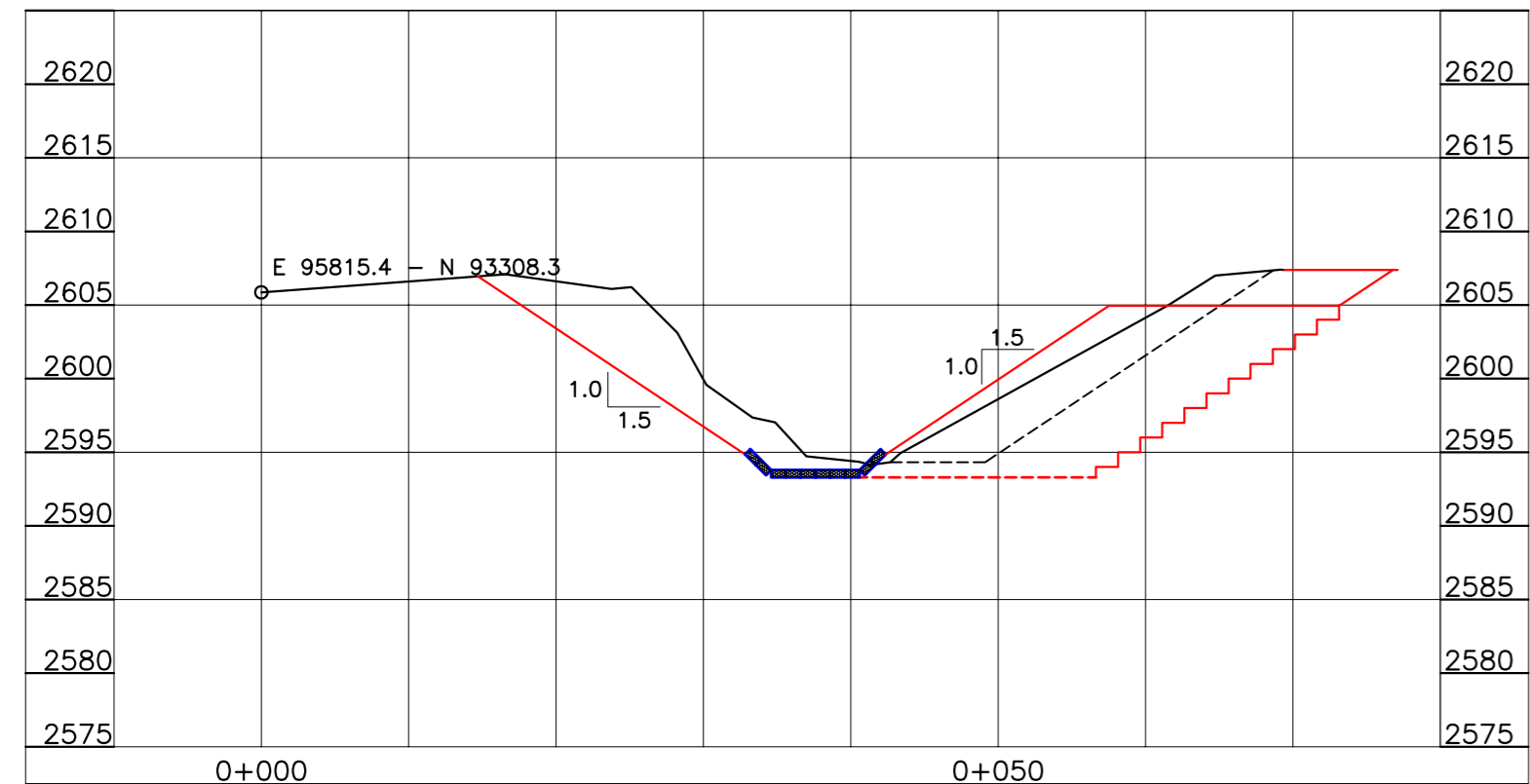
DIGITALIZO: CAD I.G.L. INTERVENTOR: A.G.C. LTDA.

FECHA: FEBRERO DE 1999 PLANO: 17 DE 23

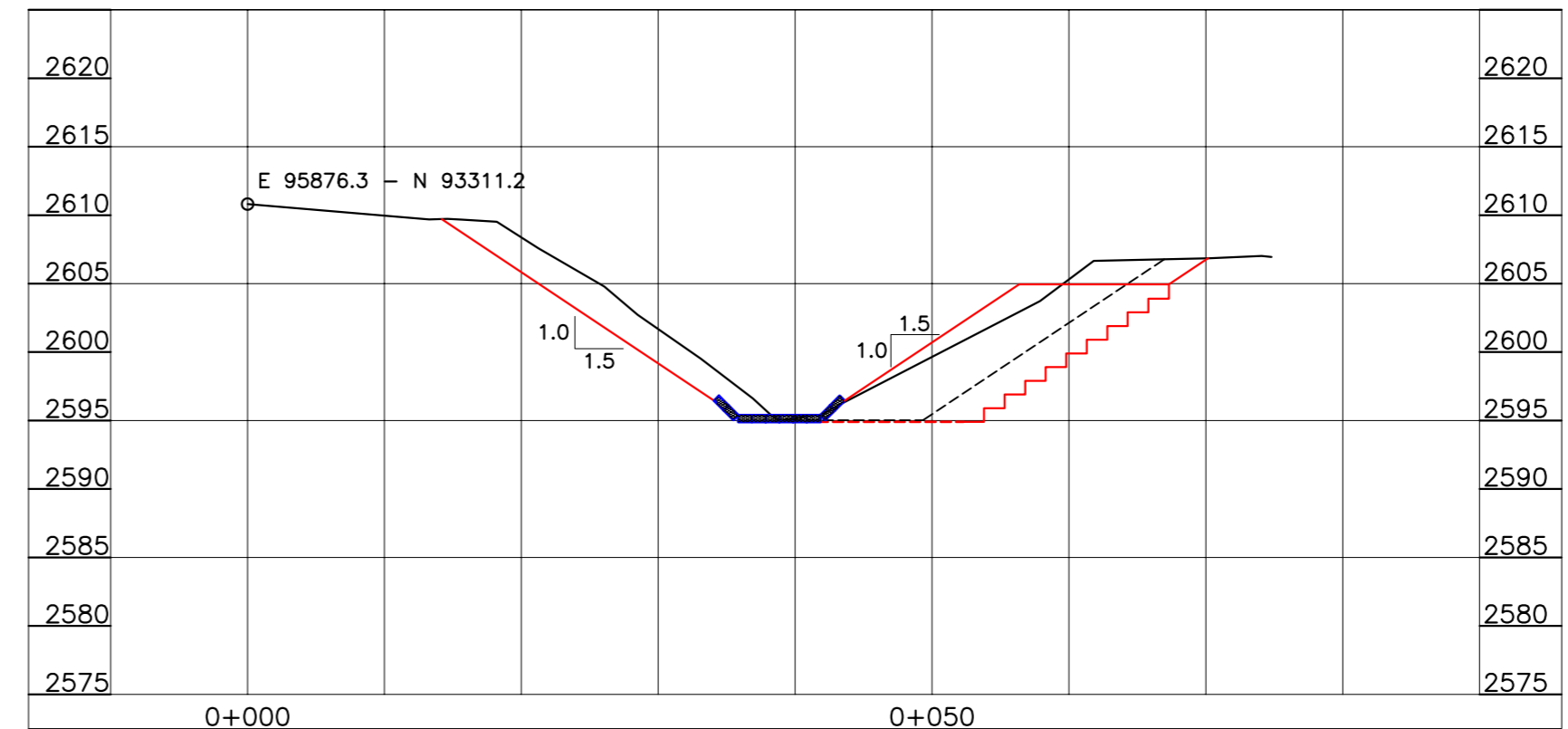
FUENTE: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HERNANDO BUITRAGO

NOMBRE DEL ARCHIVO: 17SEC2.DWG

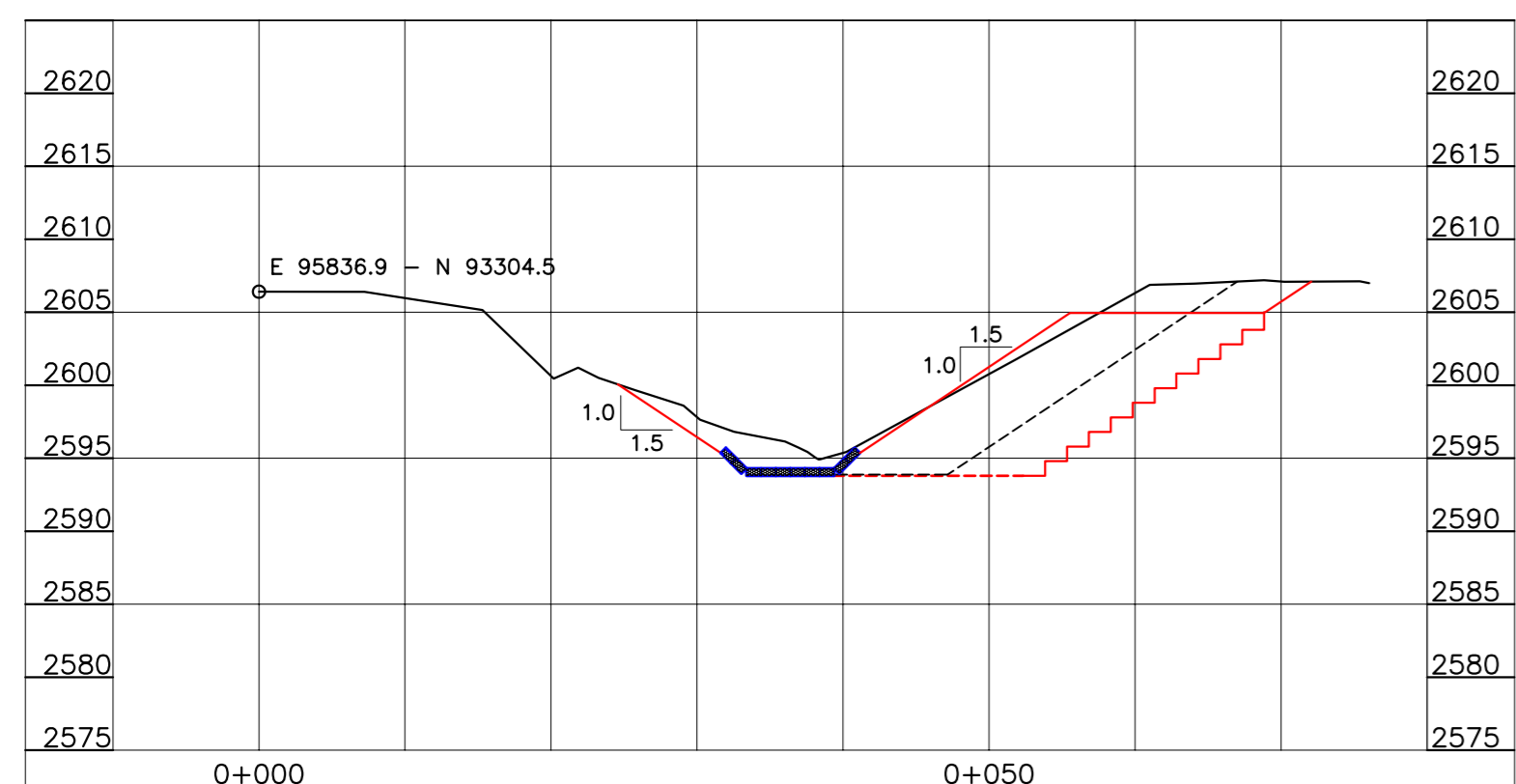
NOMBRE INTERNO: OS C:\1788\PLANOS\17SEC2.DWG



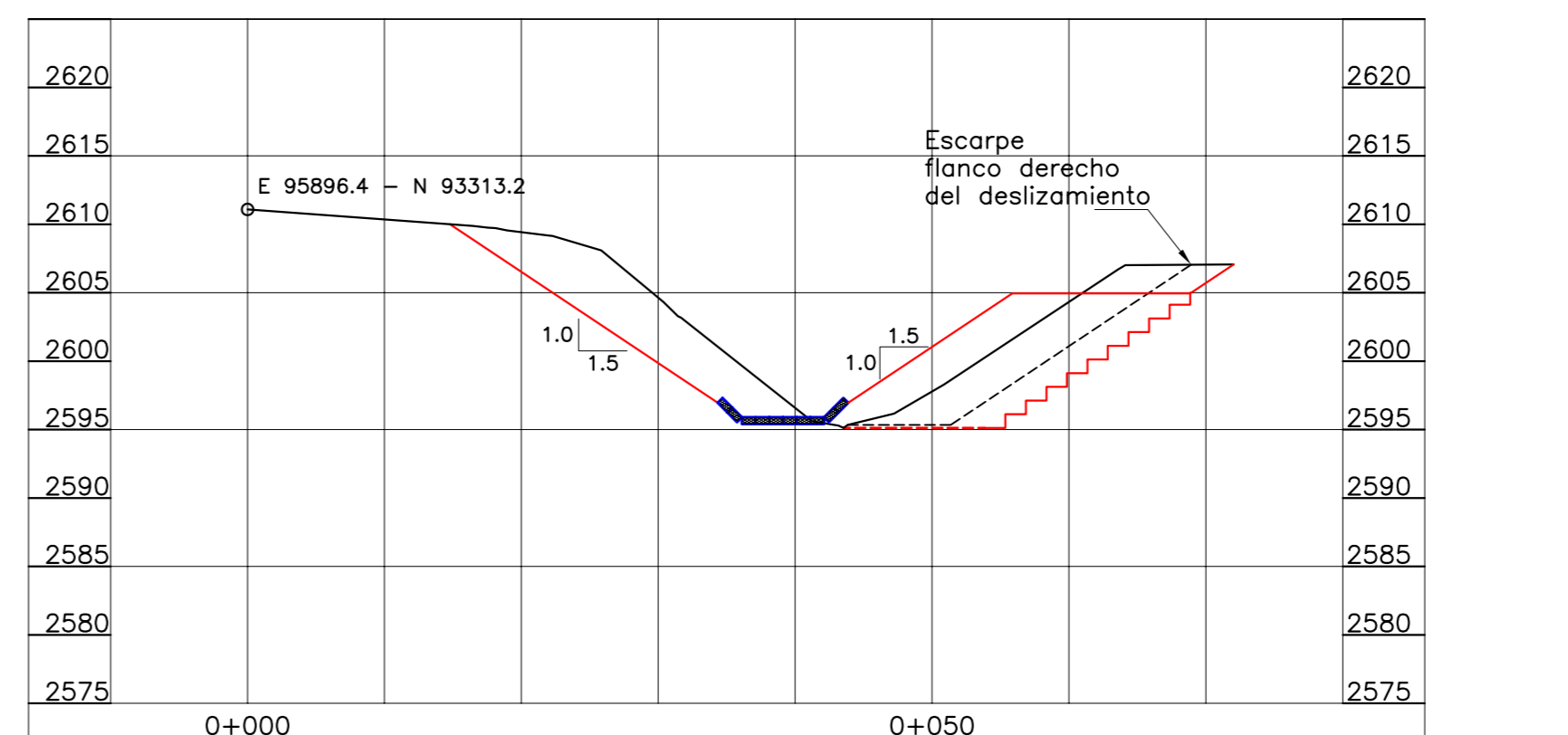
SECCION 7



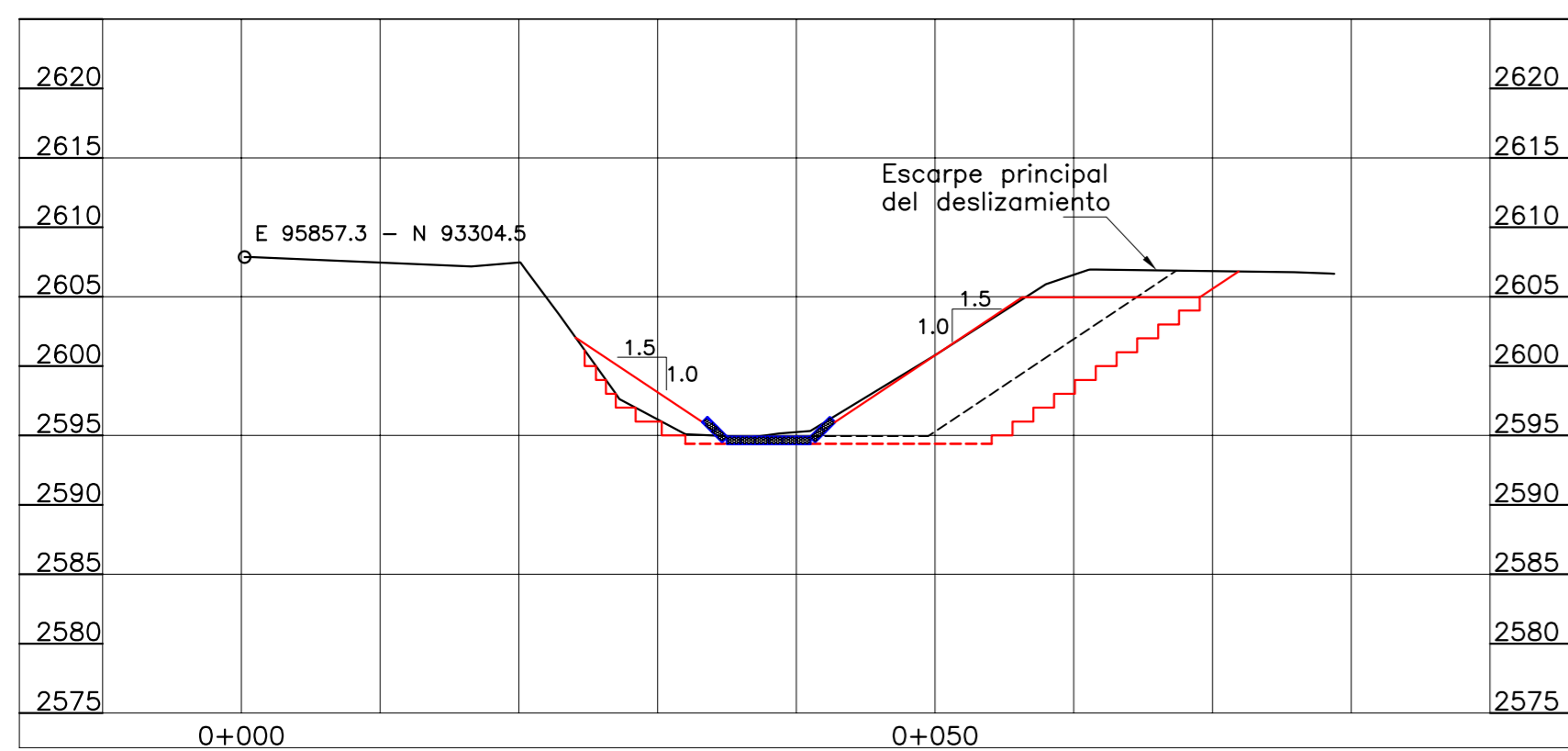
SECCION 10



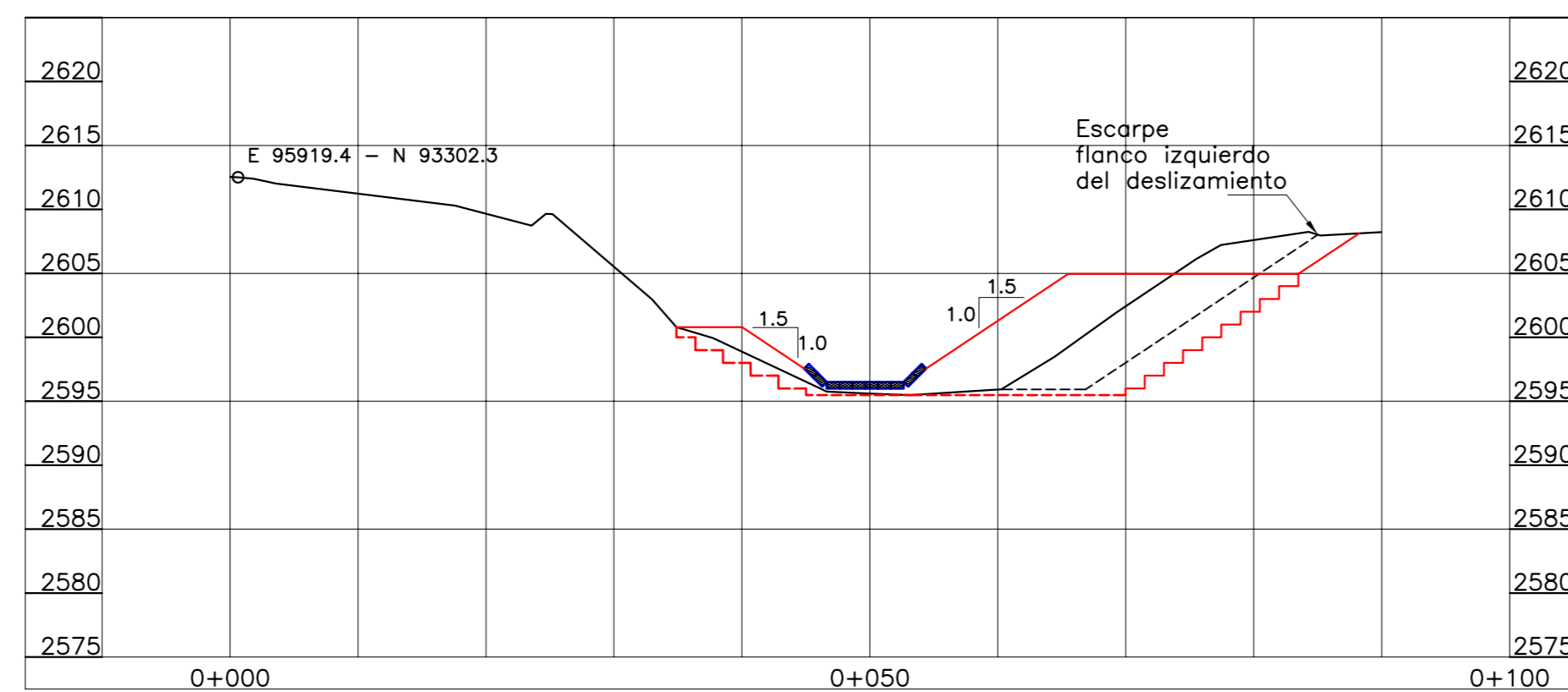
SECCION 8



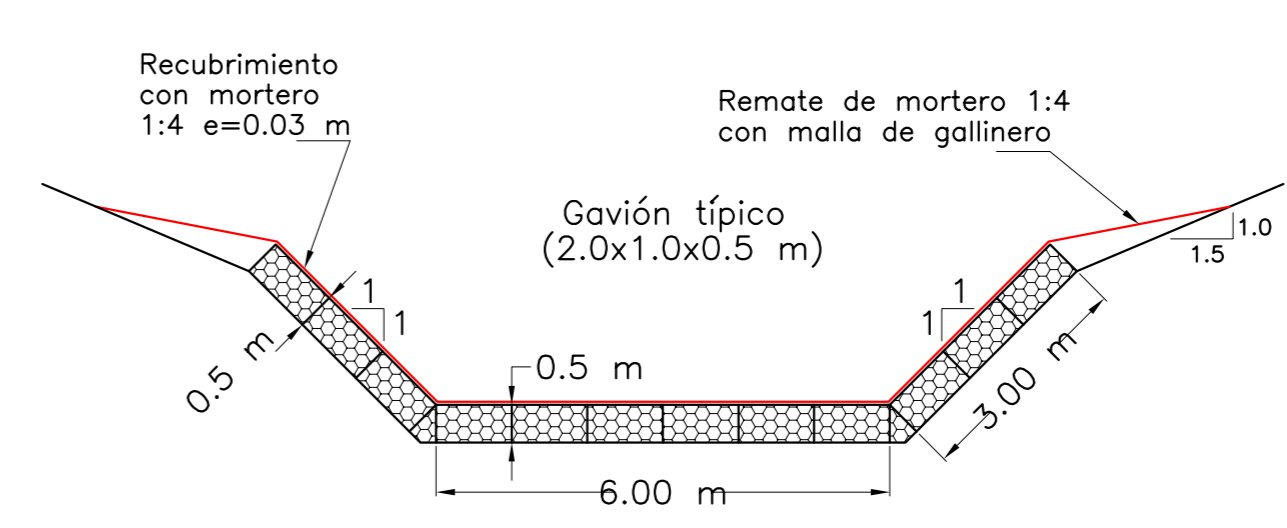
SECCION 11



SECCION 9



SECCION 12



DETALLE TIPICO DE LA SECCION DEL CANAL CON REVESTIMIENTO DE COLCHONETA DE GAVIONES

ESCALA 1:100