



CONTENIDO

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1. GENERALIDADES.....	1
1.1 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 PROCEDIMIENTO.....	2
1.3.1 Recopilación y análisis de la información secundaria	3
1.3.2 Recopilación y análisis de la información primaria	3
1.3.3 Elaboración de la cartografía temática.....	3
1.3.4 Exploración del subsuelo	3
1.3.5 Evaluación de las condiciones hidráulicas de los tramos de la quebrada	4
1.3.6 Evaluación de estabilidad de las márgenes de la quebrada.....	4
1.3.7 Planteamiento de medidas de mitigación, prevención y control	4
1.3.8 Diseño de obras de mitigación y control	4
1.3.9 Elaboración de cantidades de obra, presupuesto, cronograma y especificaciones	4
1.4 ORGANIZACIÓN DEL INFORME	5



CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1. GENERALIDADES

El área de estudio donde se encuentran ubicados los puntos 1 y 2 se enmarcan a lo largo del cauce de la quebrada de Limas, drenaje localizado en la localidad de Ciudad Bolívar en inmediaciones del barrio San Francisco, donde se han presentado eventos degradacionales erosivos que amenazan la estabilidad de los taludes que conforman las márgenes de la quebrada de Limas y la posible afectación de infraestructuras aledañas principalmente de escuelas y canchas deportivas que se ubican en la zona de ronda de la quebrada en mención. Su localización geográfica se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 2575 msnm y con coordenadas planas origen Bogotá N 96.270 m y E 92.030m.

La quebrada de Limas para el tramo que se trata en este informe donde se estudiarán los sectores 1 y 2, tiene una longitud aproximada de 350 m y drena un área de 0.0873 Km², estos tramos se encuentran en la parte baja de la cuenca con una pendiente promedio de 2.% y enmarcada por un control estructural y la influencia de los procesos de urbanismo desordenado que han ocupado invadido grima parte de la zona de ronda de la quebrada de Limas.

El cauce de la quebrada se encuentra afectado por procesos de erosión tipo socavación lateral que afecta el pie de los taludes debido a la torrencialidad de la corriente, a la desprotección de sus márgenes por la intervención del hombre que en su afán de manejar la corriente la ha encausado sin dotarla de obras hidráulicas necesarias, con la consiguiente alteración de la dinámica de caudales y velocidades. Este fenómeno se ha agudizado debido al alta cantidad de escombros, sedimentos y residuos domésticos que son dispuestos en el cauce de la quebrada generándose así represamientos, inundaciones y socavaciones laterales que amenazan viviendas y la infraestructura social como escuelas e instalaciones deportivas.

Como respuesta a la problemática del sector, la Dirección de Prevención y Atención de Desastres establece la necesidad de adelantar los estudios técnicos y de ingeniería para el diseño de las medidas de mitigación, prevención y control que garanticen la estabilidad de los márgenes del cauce y la infraestructura social aledaña a los sitios en mención.

Los estudios contemplan entre otras, la evaluación de las condiciones hidráulicas actuales de la quebrada de Limas en el área de influencia directa de los sectores 1 y 2. Se realizó un análisis de la dinámica del cauce y de la estabilidad de sus márgenes y con base en los resultados se adelantó el planteamiento y diseño de las medidas y/o de las obras de control, mitigación, protección y estabilización necesarias.

El informe presenta los resultados de los análisis y anexa planos de construcción, cantidades de obra, presupuestos, cronogramas y especificaciones técnicas, para la ejecución de las obras correspondientes.

1.1 ALCANCE DEL ESTUDIO



Los objetivos se plantean con base en la problemática anteriormente expuesta. A partir de los estudios básicos de análisis de la hidráulica y dinámica de la quebrada de Limas se plantean las acciones o medidas de mitigación y obras necesarias para prevenir y/o mitigar y corregir los procesos degradacionales locales del valle de la quebrada, además de los efectos ambientales negativos sobre el medio y sobre la vía de acceso al sector.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar las obras de control de inestabilidad y del riesgo en los sitios críticos números 1 y 2 sobre la quebrada de Limas.

Objetivos específicos:

1. Identificar los diferentes procesos erosivos de la corriente y su afectación sobre la inestabilidad de las márgenes.
2. Evaluar la condición hidráulica de la quebrada de Limas en los sectores de influencia directa de inestabilidad reportados por la DPAE y que son objeto del presente estudio.
3. Realizar el estudio geológico y geomorfológico del cauce y valle de la quebrada de Limas para establecer la dinámica local de esta y sus procesos morfodinámicos en la zona de influencia de los sectores inestables.
4. Determinar y evaluar diferentes alternativas de mitigación y control de los procesos erosivos, entre ellas, desarrollo de obras de protección, mitigación y/o control.
5. Diseñar desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y paisajístico las obras de protección y control de los procesos degradacionales y las obras de manejo hidráulico; y establecer las cantidades de obra, presupuesto, cronograma y especificaciones técnicas de las diferentes actividades de obras definidas para la materialización de los diseños.

1.3 PROCEDIMIENTO

Los pasos seguidos para adelantar el estudio y alcanzar los objetivos propuestos se enuncian a continuación:

1. Recopilación y análisis de la información secundaria.
2. Elaboración de la cartografía base.
3. Elaboración de la cartografía temática.
4. Análisis de procesos degradacionales y agradacionales del valle en la zona de estudio.
5. Evaluación de condiciones hidráulicas locales de la quebrada.
6. Evaluación de estabilidad actual de las márgenes.
7. Planteamiento de medidas de mitigación, prevención y control.
8. Diseño de obras de mitigación y control.
9. Elaboración de cantidades de obra, presupuesto, cronograma y especificaciones.
10. Elaboración y documentación de informes técnicos.



1.3.1 Recopilación y análisis de la información secundaria

Recopilación de información. Comprende la obtención de la cartografía básica, así como la recopilación, análisis y evaluación de toda la información temática disponible, general y específica. Dicha información incluyó entre otros, temas tales como: geología, hidrología, suelos, geomorfología, geotecnia y aspectos ambientales. Se tomó como base la información de los estudios adelantados por la E.A.A.B., relacionados con las zonas de manejo de ronda realizadas para esta quebrada.

1.3.2 Recopilación y análisis de la información primaria

Trabajos de campo: se iniciaron con un reconocimiento del área de estudio por parte de todos los profesionales participantes en el estudio, con el propósito de realizar el diagnóstico conceptual ajustado de la problemática del área y definir en forma concreta las tareas de campo planteadas. Posteriormente se llevaron a cabo los trabajos detallados en visitas sucesivas por el grupo de especialistas (hidráulico, geólogo, geotecnista, ingeniero civil e ingeniero ambiental).

Una vez delimitada el área local de estudio se realiza el levantamiento topográfico detallado a escala 1:500 con curvas de nivel cada 50 cm., obteniendo el mapa base de trabajo para el desarrollo de los estudios técnicos y diseño de obras.

1.3.3 Elaboración de la cartografía temática

La interpretación de fotos aéreas y los análisis adelantados en el trabajo de campo permitió obtener la información básica de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del área estudiada. Igualmente se utilizaron los resultados de la exploración del subsuelo para la elaboración de los mapas temáticos.

- **Geología y geomorfología.** El reconocimiento de campo y la interpretación de fotos aéreas están orientados a cartografiar los cambios litológicos, estructuras geológicas y especialmente de manera detallada todos los componentes morfológicos de las geoformas y de las zonas inestables.

1.3.4 Exploración del subsuelo

Dadas las características de los materiales que conforman el valle de la quebrada y sus márgenes en el tramo de los sectores inestables 1 y 2, se consideró realizar la exploración del subsuelo mediante trincheras y sondeos con equipo mecánico.

Las trincheras se realizaron sobre los escarpes del área fallada y en la base de las mismas se continuó la exploración con equipo mecánico.

Las perforaciones se complementaron con ensayos in situ de penetración estándar y se obtuvieron muestras representativas de los diferentes materiales para ensayos de clasificación.



1.3.5 Evaluación de las condiciones hidráulicas de los tramos de la quebrada

Consiste en establecer las causas, asociadas a los problemas de inestabilidad, en los sitios inestables críticos identificados a lo largo del cauce de la quebrada de Limas y generadas por fenómenos hidráulicos, con el propósito de colaborar con otras disciplinas, hidrología, geología y geotecnia, para influir en su mejor adecuación e intervenciones y en los diseños de la obra civil de estabilización, anticipando los efectos de la corriente en la misma quebrada, para minimizar los riesgos de daño asociados que se generan por los fenómenos de inestabilidad geotécnica, erosión, socavación e inundación.

La evaluación de las condiciones hidráulicas del canal natural se basa en el estudio de delimitación de la zona de ronda y zona de manejo y preservación ambiental de los ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre, elaborado por la firma **Estudios y Asesorías Ingenieros Consultores Ltda.** para la E.A.A.B.

Se considera que los anteriores estudios hidrológicos son confiables no solamente por haber sido realizado por firmas especializadas en el tema, sino porque adicionalmente han sido revisados, particularizando la quebrada en tramos. Se acoge por tanto la recomendación escrita en el informe de la delimitación de la zona de ronda, dada en el capítulo de los comentarios hidrológicos, el cual define que para estudios hidráulicos posteriores sobre esta quebrada, se pueden utilizar los caudales generados en tales informes, dando teóricamente un margen adicional en la definición de niveles máximos de aguas.

1.3.6 Evaluación de estabilidad de las márgenes de la quebrada

Una vez establecido el modelo geotécnico de cada sector y haber definido los mecanismos de falla característica del modelo planteado, se adelanta la evaluación de estabilidad de los taludes expuestos que configuran la condición geométrica actual del valle.

1.3.7 Planteamiento de medidas de mitigación, prevención y control

Desde el punto de vista de las medidas y obras de control de los procesos identificados y analizados en el área, se hace una evaluación de diferentes alternativas desde el punto de vista técnico, paisajístico, ambiental, urbanístico, social y financiero. De la evaluación se selecciona la mejor alternativa que permita el desarrollo de las medidas para la mitigación y prevención tendiente a mejorar la condición de estabilidad del área y del cauce y recuperar ambiental y paisajísticamente el sector afectado.

1.3.8 Diseño de obras de mitigación y control

Una vez seleccionada la alternativa de mitigación y obras de control, se procedió al diseño de las obras de ingeniería y de mejoramiento del medio físico a escala detallada, haciendo énfasis en las obras de control hidráulico y de mitigación de los procesos erosivos del cauce y paisajismo.

1.3.9 Elaboración de cantidades de obra presupuesto, cronograma y especificaciones



Una vez establecida la alternativa a implementar y los diseños de ingeniería correspondientes, se elaboró el respectivo presupuesto, el cual contempla:

- A) Especificaciones de obra.
- B) Cantidades de obra.
- C) Presupuesto.
- D) Cronograma.

Los anteriores parámetros están basados en los planos de diseño y de detalles constructivos con las memorias correspondientes.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL INFORME

El presente informe plantea un diagnóstico de la problemática erosiva de la quebrada de Limas y de la inestabilidad de sus márgenes en los sitios 1 y 2. Además, presenta las posibles medidas de mitigación y obras de control, se expone el procedimiento seguido en el desarrollo del estudio, haciendo énfasis en la investigación o exploración básica efectuada y en los modelos, técnicas y métodos de análisis propios aplicados en el estudio. Finalmente, se plantean las posibles acciones y diseño de obras de mitigación y control.

El presente informe se encuentra organizado en 8 capítulos y 8 anexos distribuidos así:

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.

En este capítulo se incluye una descripción muy general del estudio, su marco normativo, los objetivos generales y específicos del proyecto y la presentación del informe.

CAPITULO 2: DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL.

Se presenta una conceptualización de la problemática del sector con sus posibles causas, incluyendo modelos y metodologías de análisis.

CAPITULO 3: INFORMACIÓN BASE.

Ofrece una descripción en detalle de todas y cada una de las actividades desarrolladas durante el estudio, con su respectiva metodología aplicada para establecer un modelo geológico y geomorfológico completo para la zona de estudio. Dicha información fue elaborada con base en el levantamiento topográfico de la zona a escala 1:500.

Por otra parte se presenta la información hidrológica e hidráulica de las condiciones generales del cauce, de la dinámica fluvial, los caudales, y perfiles de la quebrada, base de las evaluaciones hidráulicas y la condición general de la dinámica del cauce.

CAPITULO 4: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA.

En el estudio hidráulico se explican los parámetros geométricos y de flujo de la quebrada de Limas, para realizar la evaluación de la problemática erosiva del cauce. Finalmente se



presentan los criterios de diseño teniendo en cuenta de manera conjunta, los aspectos hidráulicos, geotécnicos y de estabilidad característicos del área.

La evaluación geotécnica se enfoca a establecer las condiciones de inestabilidad de los taludes fallados que conforman la margen del cauce de la quebrada en el sector inestable 3.

CAPITULO 5: PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS.

En este capítulo se realiza el análisis de las posibles medidas de mitigación y control de los procesos de degradación de los puntos críticos 1y 2 de la quebrada de Limas. Se establecen diversos criterios de decisión, que conllevan la selección de la mejor alternativa técnica, ambiental, urbanística, social y financiera. Así mismo se presenta la calificación y evaluación de cada alternativa que finalmente conlleve a la selección más beneficiosa desde los diferentes indicadores de viabilidad establecidos.

CAPITULO 6: DISEÑO DE OBRAS, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO.

Se presentan las obras establecidas para la recuperación de los sectores inestables que permitan además la protección de la vía y el mejoramiento de las condiciones generales de la cuenca.

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se darán las recomendaciones generales para adelantar las obras de mitigación y control de los procesos erosivos y de inestabilidad que afectan las márgenes de la quebrada de Limas. Igualmente se dan recomendaciones de manejo ambiental que buscan mantener las condiciones de estabilidad que se logren con las obras y mejorar el entorno de la ronda de la quebrada en los sectores de influencia directa de las zonas inestables.

CAPITULO 8 BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS

- ANEXO A: INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**
- ANEXO B: MEMORIAS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**
- ANEXO C: FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL**
- ANEXO D: MEMORIAS CANTIDADES DE OBRA**
- ANEXO E: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**
- ANEXO F: ANEXO CARTOGRÁFICO**
- ANEXO G: INFORME TOPOGRÁFICO**
- ANEXO H: INVENTARIO DE VIVIENDAS**



CONTENIDO CAPÍTULO 2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

CAPÍTULO 2	1
2. INTRODUCCIÓN	1
2.1 LOCALIZACIÓN	1
2.2 DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DEL PROBLEMA.	1
2.3 ASPECTOS AMBIENTALES	3
2.4 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN BASE	5
2.4.1 Levantamiento topográfico.....	5
2.4.2 Investigación del subsuelo.....	5
2.4.3 Estudio geológico y geomorfológico	6
2.4.4 Evaluación hidráulica.....	7
2.4.5 Evaluación geotécnica	7
2.5 MODELOS Y METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS.....	7
2.6 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	8



CAPITULO 2 DIAGNOSTICO CONCEPTUAL

2. INTRODUCCIÓN

La cuenca de la quebrada de Limas, afluente del río Tunjuelito, presenta un proceso de degradación natural por la alta torrencialidad del cauce en la parte alta y media de la cuenca, lo que repercute en la parte baja de la misma, y debido a la intervención del hombre, que ha modificado el cauce y ocupado su zona de ronda, el proceso de degradación se ha acelerado.

Estos procesos de intervención del hombre sobre el sistema hídrico en el sector en estudio, se ha manifestado por la desviación del cauce y por la ocupación de la zona de ronda mediante rellenos, en los que se ha ubicado una infraestructura urbana consolidada conformada por la red vial y edificaciones con todos los servicios públicos.

La nueva condición de las márgenes de los cauces, principalmente conformadas con rellenos sin control técnico, se configura como zonas de alta potencialidad a la ocurrencia de procesos erosivos y de inestabilidad; los rellenos son afectados lateralmente por la corriente, que en los eventos de crecida el cauce busca retomar su valle original, generando procesos de socavación lateral e inestabilidad de las márgenes e inundaciones. Si los dos eventos, inestabilidad y crecidas se dan al tiempo, se generan procesos de mayor orden como las avalanchas que generaron la emergencia registrada el 24 de Noviembre del 2003.

2.1 LOCALIZACIÓN

Los sectores objeto del estudio se encuentran en la parte baja de la quebrada de Limas en la Localidad de Ciudad Bolívar, barrio San Francisco. En la **figura No. 2.1** se presenta la ubicación espacial de los sitios estudiados en el contexto de la subcuenca de la quebrada de Limas. En la **Tabla No 2.1** se presenta su ubicación según la nomenclatura distrital y barrio.

Tabla No. 2.1 Dirección sitios inestables

Punto	Dirección	Barrio
1	Carrera 20 B – Calle 66 sur	San Francisco
2	Calle 67 sur – Cra. 20 A Colegio san Francisco 3	San Francisco

Las coordenadas planas origen Bogotá son N 96.270 m y E 92.030m.

2.2 DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DEL PROBLEMA.

Históricamente en la cuenca de la quebrada de Limas, se han presentado fenómenos de socavación de márgenes y de inestabilidad por remoción en masa, avenidas torrenciales o avalanchas e inundaciones, especialmente en los periodos de lluvias más intensas.



En el segundo semestre del año 2003, de acuerdo con el Diagnóstico de Emergencia No. 1836 del 26 de Noviembre de 2003, se presentó una avalancha ocasionada por el represamiento de la quebrada de Limas por causa del taponamiento de la tubería del paso vehicular existente en la calle 69 H bis Sur frente al barrio Villa Gloria de la Localidad de Ciudad Bolívar el día 24 de noviembre de 2003. Este volumen de agua, lodo, arenas y basuras generó un primer pulso que rebosó por encima del paso vehicular y escurrió una longitud aproximada de 100 metros por la vía (calle 69H Bis Sur) regresando nuevamente al cauce, en este trayecto afectó las viviendas ubicadas en la Carrera 18 J con calle 61 BIS Sur del barrio El Triunfo.

En los sectores 1 y 2 el evento de noviembre de 2004 originó desbordamientos del cauce e inundación de las áreas de influencia directa por la insuficiencia de capacidad de transitar la creciente por el canal alterado. En general se puede afirmar que las actuales secciones hidráulicas del cauce en los sectores 1 y 2 no son capaces de transitar la corriente en eventos máximos.

La quebrada de Limas en los sectores de inestabilidad 1 y 2 presenta una pendiente media de 2.0% con una elevación de la velocidad debido a lo estrecho de su cauce por el control estructural y a la influencia antrópica que ha ocupado su zona de ronda y el mismo cauce por rellenos y basuras. La geometría del canal es muy irregular y sus secciones están definidas por los rellenos colocados o deslizados asociados a las inestabilidades de las márgenes conformadas con estos materiales.

Por otra parte existen aportes laterales de agua de los sectores altos, sobre las áreas de relleno, que coadyuvan al proceso de deterioro de estas zonas de depósito, como es el caso de los drenajes de la cancha deportiva ubicada en la parte Norte de la quebrada y que entrega su escorrentía sobre la quebrada sin ninguna estructura de entrega o disipación incrementando el problema de inestabilidad de los taludes. A la altura de este mismo parque, sobre la margen izquierda en la parte alta se presentó un deslizamiento, que esta poniendo en riesgo la infraestructura del mismo.

La desviación del canal de la quebrada de Limas a la altura de los sectores 1 y 2 y la conformación de su canal mediante rellenos han contribuido al deterioro del valle configurando el sector como altamente susceptible a la ocurrencia de desbordamientos del cauce, erosiones e inestabilidades de las márgenes y del canal mismo. La condición de inestabilidad del cauce sumada a que sus rondas se encuentran construidas con colegios y un CAI de policía para el sector 2 y viviendas en el sector 1, configuran una condición de riesgo tanto por inundaciones como por inestabilidad o deslizamientos.

Los procesos de inestabilidad de las márgenes de la quebrada de Limas en los sectores 1 y 2 están afectando la infraestructura social como escuelas e instalaciones deportivas, debido especialmente a la configuración de rellenos con altas pendientes, mal compactados y sin ningún manejo de las aguas de escorrentía.

De acuerdo con lo anterior, se puede establecer que las causas comunes que condicionan la inestabilidad en los sectores 1 y 2 estudiar se deben a:

- La condición de los materiales de relleno que conforman las márgenes del cauce. (Factor necesario).



- Las altas pendientes de los taludes que conforman a de la margen izquierda del cauce (Factor necesario).
- La capacidad erosiva de la corriente que genera pérdidas de soporte en la base de los rellenos (Factor contribuyente).
- Como factores detonantes están principalmente, el mal manejo de las aguas de escorrentía.

2.3 ASPECTOS AMBIENTALES

Los sitios 1 y 2 se encuentran ubicados en el barrio San Francisco. Estos sitios de la quebrada de Limas se encuentran inmersas en el casco urbano del barrio considerándose actualmente como parte del entorno urbano del barrio. Es decir que se ha perdido casi totalmente la zona de ronda como corredor de preservación ambiental. Esta zona se encuentra rodeada por construcciones a ambos lados. Estos puntos ubicados al interior de estas áreas urbanas han perdido sus cualidades naturales casi totalmente, ya que se encuentran rodeadas de construcciones como escuelas, colegios, viviendas (hasta de tres pisos), instalaciones deportivas entre otros.

El punto No. 2 corresponde a un área de la quebrada de Limas ligeramente más ancha que el punto No. 1. Se encuentra enmarcado por el sector norte por la escuela San Francisco y su cancha de baloncesto. En el costado sur se encuentra un colegio distrital. Este punto por esta rodeado por infraestructura institucional educativa, aun conserva un estrecho corredor verde de la zona de ronda aunque en términos generales ya está inmersa dentro del paisaje urbano de los barrios Juan José Rondón y San Francisco.



**Sitio No. 1 rodeado de vías y viviendas.
Nótese también la depositación de residuos en el cuerpo hídrico**

Los sectores en estudio presentan pocos elementos bióticos, ya que se encuentran inmersos dentro de un ambiente antropizado que hoy influye directamente sobre su comportamiento ambiental.



La influencia antrópica sobre la quebrada de Limas y su zona de ronda esta dada por la comunidad que deposita en el lecho de la quebrada todo tipo de desechos tanto constructivos como domésticos. Es así como se aprecia una importante cantidad de residuos dentro y en las afueras del cuerpo hídrico de la quebrada, afectando la calidad fisicoquímica e hidrobiológica de la corriente.



Parte alta del sitio No. 2. Nótese el relleno con materiales de desecho y el depósito de residuos sobre el cauce de la quebrada de Limas.

Por otra parte el aporte permanente de residuos además de la agradación derivada de la zona de canteras ubicadas aguas arriba, contribuye a la disminución de la capacidad hidráulica encontrando como puntos críticos los pontones y box coulvert que generan represamientos y en eventos de crecientes espontáneas aumentan el riesgo de inundación de los barrios adyacentes a la quebrada, como ya se ha presentado en el pasado con periodos de recurrencia variables según la temporada de lluvias.

La evolución ambiental de estos sectores es similar en la cuenca de la quebrada de Limas y data de hace unos 30 años cuando se inicio el proceso de asentamientos subnormales en esta zona debido al proceso de urbanización no planeada que se inicia con la deforestación de la zona de ronda en pos de conquistar mayores espacios para los procesos de urbanismo.

Las modificaciones inducidas por la intervención humana han producido un cambio en el paisaje, ya que en el proceso de ocupación de la ronda ha reducido el área verde y la presencia de árboles nativos. Como se dijo anteriormente se ha perdido casi totalmente los elementos bióticos de la quebrada y su zona de ronda quedando solamente algunos ejemplares de árboles plantados y un estrecho corredor cubierto de pastos principalmente, por lo que se recomienda estimular la recuperación y protección de la zona de ronda mediante procesos de reforestación y/o revegetalización con especies nativas, una vez se hayan implementado las obras de control y mitigación de la inestabilidad.

Entre los principales problemas ambientales presentes en la zona de ronda se destacan:

- Disposición de basuras en el lecho de la corriente.
- Disposición de escombros de construcción.
- Disposición y arrastre de sedimentos derivados de la explotación de canteras.
- Invasión de la zona de ronda.



Se considera en todo caso que el manejo de los sectores críticos desde el punto de vista de la estabilidad, requieren la implementación de estrategias complementarias correspondientes al manejo integrado de la ronda de la quebrada de Limas ya que las soluciones puntuales si bien permiten el control a problemas muy localizados, la problemática mayor inducirá a fenómenos similares en otros puntos susceptibles de esta corriente.

2.4 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN BASE

2.4.1 Levantamiento topográfico

Dada las características morfométricas del área en estudio se consideró conveniente adelantar un trabajo cartográfico a escala 1:500 con curvas de nivel cada 50 cm, detalle necesario para los análisis de ingeniería y la implantación de las obras a diseñar.

El levantamiento topográfico se realizó, destacando los aspectos del relieve local que involucran las franjas críticas de estabilidad resaltando las geoformas existentes, para que faciliten la definición del modelo estratigráfico y para adelantar los análisis de estabilidad e hidráulicos necesarios. Se radiaron, además elementos como las vías y edificaciones que se encuentran de manera paralela al cauce en los sectores definidos como área local de influencia de los diseños.

El levantamiento altimétrico y planimétrico fue muy preciso y se realizaron con base en secciones transversales a lo largo del cauce y sobre las cuales se adelantaron los análisis geotécnicos. Las secciones se registraron sobre cada margen en una distancia por lo menos dos veces el ancho del cauce definiendo con claridad las vías o edificaciones que afectan los procesos identificados.

Teniendo en cuenta la importancia para el estudio de establecer la evolución morfométrica de las laderas que conforman los márgenes del cauce producida por la intervención del Hombre, en cada uno de los sectores, se adelantó un análisis multitemporal con base en cartografías o planchas de por lo menos dos épocas diferentes, que permiten establecer la morfología y la disposición de las zonas de relleno o corte. Este proceso fue muy importante para la obtención del modelo geotécnico del sector. Se utilizaron planchas a escala 1:2000 del sector levantadas en 1977 aproximadamente.

2.4.2 Investigación del subsuelo

Como parte inicial y base de la exploración del subsuelo se contempló la interpretación de fotografías aéreas de diferentes épocas y trabajo de campo de reconocimiento de la geología local, haciendo énfasis en geología para ingeniería, para ello se caracterizaron en cada uno de los sitios de estudio: las unidades de roca, suelo y depósitos cuaternarios antrópicos que afloran.

Con base en la etapa inicial y adelantado el modelo geológico del sector y definida la evolución morfométrica de los márgenes del cauce en los sectores de interés, se estableció un programa de exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio que contempló la ejecución de sondeos manuales, perforaciones con equipo mecánico, de apiques y



trincheras. En cada una de éstas se determinó un registro continuo del perfil estratigráfico y se obtuvieron muestras representativas de los materiales encontrados para adelantar pruebas de clasificación, e identificar las zonas de falla o débiles sobre las cuales se desarrollan los fenómenos más importantes. Las perforaciones de campo se complementaron con ensayos in situ de resistencia al corte como el SPT, para establecer de manera cualitativa la variabilidad de los parámetros en los diferentes sectores y el perfil estratigráfico de la zona de estudio y los espesores de los rellenos.

2.4.3 Estudio geológico y geomorfológico

El estudio geológico de detalle, parte de la evaluación de la información secundaria de informes técnicos, bases cartográficas del IGAC y fotografías aéreas, entre otras. Posteriormente se adelantó un trabajo de reconocimiento de campo que involucró actividades de exploración superficial mediante trincheras, levantamiento de datos estructurales y columnas estratigráficas y la comprobación de la fotointerpretación, ajustada con datos de campo. Se identificaron las unidades litoestratigráficas de las unidades cuaternarias, rellenos antrópicos y los rasgos estructurales (pliegues y fallas principales y secundarias).

Las actividades ejecutadas fueron:

a) Fase preliminar contexto geológico.

- Recopilación bibliográfica de información geotécnica, geológica, hidrogeológica, etc. existente del área de estudio en las diferentes entidades públicas y privadas.
- Reconocimiento general del terreno e identificación de las problemáticas y potenciales franjas de inestabilidad. Visita de reconocimiento.
- Obtención de fotografías aéreas en las escalas disponibles. Se consiguieron fotos a escalas 1:5.000 y 1:40.000 de los años 90 y 40 respectivamente.
- Obtención de planos topográficos a escala 1:2.000, disponibles en el IGAC.
- Interpretación de fotografías aéreas a escalas y años diferentes (análisis multitemporal).

Las labores preliminares se enfatizan en la interpretación fotogeológica y cartografía geológica regional y el reconocimiento de las unidades litológicas aflorantes sin asociarlas en primera instancia a las unidades litoestratigráficas descritas en informes o planos geológicos seleccionados en la recopilación de información.

b) Fase geología de detalle.

Una vez establecido el marco geológico se adelantó el trabajo de detalle:

- Ejecución de trincheras y apiques.
- Fotointerpretación detallada para aumentar el nivel de precisión de la cartografía geológica.
- Levantamiento de datos estructurales.
- Corroborar en campo la fotointerpretación litológica y estructural efectuada e identificación de depósitos recientes, antrópicos y unidades litológicas aflorantes no fotoidentificables en las zonas inestables, en los taludes dejados en las márgenes de



la quebrada y en frentes de explotación de material, describiendo su litología, texturas y estructuras locales relacionadas.

- Elaboración de informe sobre condiciones geológicas y geomorfológicas.

Para el área que nos ocupa se contempló dentro de la cartografía base un trabajo de geomorfología que consistió en establecer la evolución del cauce actual de la quebrada de Limas, en los sectores objeto de estudio, a partir de los años 50, que permitió establecer las condiciones actuales de estabilidad hidráulica y geotécnica del cauce y sus márgenes. Paralelamente se adelantó un inventario actual de los procesos erosivos y de fenómenos de remoción en masa que han afectado y que afectan las márgenes del cauce.

2.4.4 Evaluación hidráulica

Como complemento de la exploración del subsuelo se realizó una caracterización hidráulica del cauce de la quebrada de Limas que condiciona la estabilidad en el sector partiendo de las secciones transversales levantadas y el inventario y evaluación de obras hidráulicas que se encuentran construidas sobre el cauce en las áreas de influencia directa de los sectores a estudiar.

El estudio hidráulico de la quebrada se realizó de acuerdo a los criterios técnicos establecidos por la E.A.A.B. en su programa de manejo de rondas que viene ejecutando; y por tanto se asumen los resultados de los estudios allí adelantados. Específicamente se tomó como base el estudio “Delimitación de la zona de ronda y ZMPA de los ríos Tunjuelito, Fucha y Salitre”, el cual a su vez fue muy útil para armonizar las obras de estabilización planteadas como solución en cada sector. Es necesario destacar que los caudales máximos (caudales de diseño) fueron tomados del mencionado estudio.

De otra parte la evaluación hidráulica busca entender la influencia de las aguas de escorrentía y el tránsito de corrientes de eventos extremos sobre la estabilidad en cada uno de los sectores y estará ligado al modelo hidráulico establecido para la quebrada de Limas; para tal objeto se adelantó la evaluación de la dinámica erosiva de la corriente, tanto en la erosión lateral como de fondo, en función de los materiales que conforman el cauce actual y la influencia estructural sobre el mismo, así mismo se evaluó el potencial erosivo de los materiales que conforman el fondo y márgenes del cauce.

2.4.5 Evaluación geotécnica

Una vez establecida la evolución geomorfológica del cauce en cada sector y su modelo geotécnico asociado, se adelanta la evaluación geotécnica de las márgenes del cauce y se establecen las condiciones actuales de estabilidad de los taludes partiendo de los procesos que lo generan.

2.5 MODELOS Y METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS

La evaluación de estabilidad de taludes se enfocó al análisis de los mecanismos de falla establecidos en el modelo geotécnico mediante la aplicación de métodos de análisis convencionales de la geotecnia clásica con el apoyo del programa STABLE.



Para la evaluación hidráulica del cauce, análisis de socavación y niveles máximos, se recurrió a los principios de comportamiento de cauces de régimen torrencial y a la hidráulica de ríos.

La evaluación de la vulnerabilidad y riesgo se realizó esencialmente mediante el método heurístico, definiendo los elementos expuestos a la amenaza por inestabilidad del terreno. El modelo tuvo en cuenta magnitud y área de influencia de los procesos que hoy afectan las márgenes de la quebrada y sus resultados se incluyeron como variable en el proceso de evaluación de alternativas.

2.6 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Con base en los análisis de estabilidad del cauce y sus márgenes y las condiciones de vulnerabilidad y riesgo establecidas en los diferentes escenarios de riesgo, se plantean acciones y medidas de mitigación que serán seleccionadas según un análisis de alternativas, sin dejar de lado la condición social o beneficio social de la comunidad a quien va dirigido el estudio.

Dentro del marco conceptual en la determinación del planteamiento de obras de control, de corrección y protección se considera que existen dos frentes de atención en la formulación de soluciones: La estabilización geotécnica y la estabilización hidráulica.

Desde el punto de vista de medidas y obras de control de los procesos identificados y analizados en el área se formularon las recomendaciones y se diseñaron a nivel de detalle una serie de obras y medidas de mitigación y prevención que buscan mejorar la condición hidráulica del cauce y la condición de estabilidad de sus márgenes y ambiental de los sitios de estudio.

Igualmente se tendrá en cuenta la definición de la ronda de la quebrada establecidas por la E.A.A.B.. Se plantearon medidas y/o obras de tipo local, con el fin de cambiar y mejorar la actitud de los habitantes frente a su entorno físico; así:

- a. Márgenes del cauce: de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de estabilidad se definieron los tipos de medidas a ejecutar, los cuales van desde la conformación de los taludes; labor que incluye inicialmente el retiro de materiales sueltos, la protección de las márgenes, hasta la definición de medidas específicas de contención.
- b. Cauce: se adelantó en el área de influencia del estudio una propuesta de manejo hidráulico del cauce, tal que permita de manera factible económica y ambiental, el manejo local del cauce de la quebrada de Limas, minimizando o eliminando el efecto de erosión y socavación sobre la estabilidad de la ladera y controlando el fondo del mismo.
- c. Obras complementarias: teniendo en cuenta que uno de los principales agentes detonantes de los problemas de inestabilidad es el agua, las soluciones expuestas dan recomendaciones respecto al adecuado manejo del agua de escorrentía y de las aguas servidas.



- d. Diseño de estabilización geotécnica: las obras de este tipo buscan cambiar la morfometría de las márgenes y pueden corresponder a la remoción total de los rellenos y reconformación de las márgenes mediante perfilado y rellenos técnicamente ejecutados. Este tipo de obras geotécnicas deben estar directamente relacionadas con el manejo general del cauce desde el punto de vista hidráulico y del mismo proyecto de recuperación de la ronda de la quebrada.
- e. Obras paisajísticas y urbanísticas: estas obras mejorarán el entorno ambiental del sector y ayudarán a mantener la estabilidad que se logre con las medidas correctivas y preventivas expuestas. Así se podrán contemplar la empradización y revegetalización de las márgenes, la siembra de especies nativas en las zonas aledañas a los cauces (protección y recuperación rondas de cauce) y en la pata de los taludes.
- f. Dada la importancia de las obras en cada sector y el grado de intervención del hombre en el entorno de las mismas, para cada una de las obras diseñadas se definirá un programa de mantenimiento y seguimiento que busca mantener estables las condiciones hidráulicas del cauce.

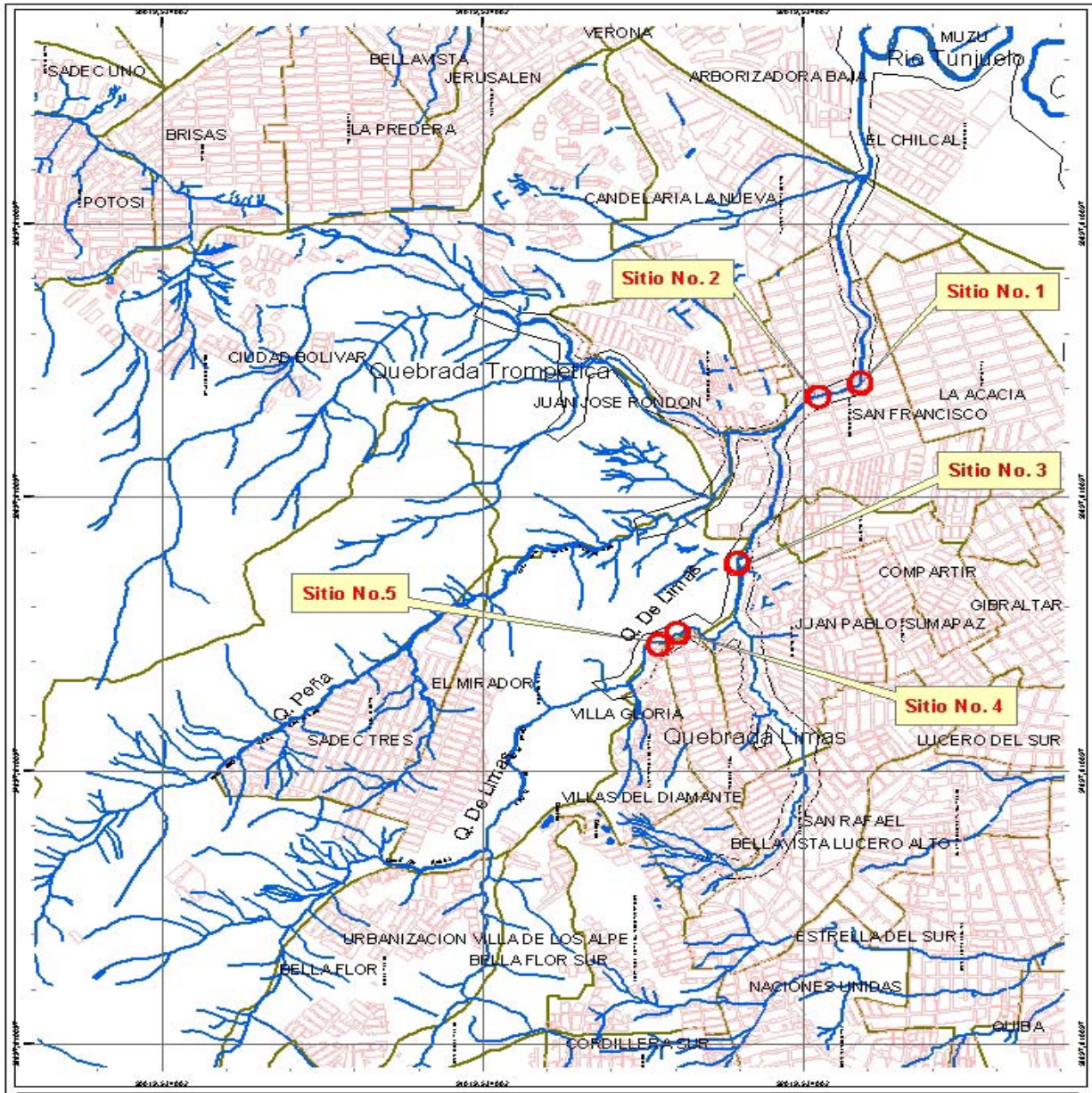


FIGURA 2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL



DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRITICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS





CONTENIDO CAPÍTULO 3 ESTUDIOS BÁSICOS

3. INTRODUCCIÓN	1
3.1 CARTOGRAFÍA BASE	1
3.1.1 Levantamiento topográfico	1
3.1.2 Trabajo de Oficina	2
3.2 GEOLOGÍA	2
3.2.1 Marco geológico general	3
3.2.2 Geología local	4
3.2.2.1 Estratigrafía	5
3.3 GEOMORFOLOGÍA	9
3.3.1 Marco geomorfológico regional	9
3.3.2 Geomorfología detallada	9
3.3.3 Procesos morfodinámicos	9
3.4 HIDRÁULICA	12
3.4.1 Información secundaria	12
3.4.2 Distribución temporal de precipitación	12
3.4.3 Diagnóstico hidráulico de estructuras existentes	13
3.4.4 Evaluación de caudales máximos y mínimos	14
3.4.5 Hidráulica	14
3.4.6 Evaluación de socavación del cauce	15



CAPÍTULO 3 ESTUDIOS BÁSICOS

3. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la información temática que la consultoría considera básica para el desarrollo del proyecto. El orden seguido en la presentación de los datos corresponde al usado para la obtención de los mismos; se inicia con la revisión de la cartografía levantada escala 1: 500. Las otras disciplinas consideradas como base del estudio fueron la geología, geomorfología, hidrología e hidráulica.

3.1 CARTOGRAFÍA BASE

Como elemento fundamental en la formulación de la cartografía geológica, geomorfológica, geotécnica, y para efectos del planteamiento y diseño de las medidas mitigación y control de procesos de inestabilidad del cauce y sus márgenes, se realizó un levantamiento topográfico detallado, escala 1:500, con el que se pretende registrar la morfometría actual del cauce, las franjas críticas de estabilidad, los procesos morfodinámicos y todo tipo de estructura física presente en el sector de estudio (postes, pozos, escaleras, vías, entre otras). Dichas labores se adelantan tal y como se describen en los siguientes numerales.

El área se localiza en un cuadrángulo que tiene como coordenadas planas:

N: 95.200 m E: 91.950 m en el extremo nororiental.

N: 96.350 m E: 92.200 m en el extremo suroccidental.

Con elevaciones entre 2578 – 2570 m.s.n.m., ocupa un área aproximada de 0,20 Ha.; los datos están referenciados a las coordenadas cartesianas con origen en la intersección del meridiano 74° 09' con el paralelo 4° 41', al cual se le asignaron la coordenadas planas N: 109.320,965 m y E: 92.334,879 m. Las cotas se encuentran referidas al nivel medio del mar en Buenaventura.

3.1.1 Levantamiento topográfico

Como actividad inicial previa al levantamiento se efectuó reconocimiento de campo con la cartografía existente del área como es el plano de Catastro Distrital del área del año 1979, escala 1:2.000, fuente IGAC. Como resultado se definió que el sector ha tenido una evolución urbanística importante.

El levantamiento topográfico se realiza teniendo en cuenta los siguientes lineamientos:

Equipo: El levantamiento se realizó con dos Estaciones Totales Marca Topcon GTS-304 N° KL 4273, de precisión angular a los 5 segundos y con alcances de lectura con prisma sencillo de 1200 m de distancia en longitud, con capacidad para almacenar hasta 500 puntos topográficos, con lectura vertical cenital y el acompañamiento de dos prismas para la lectura de los puntos.



Trabajo de Campo: Se realiza a partir de los puntos topográficos mencionados anteriormente mediante una poligonal abierta, por el método de ceros atrás, partiendo de los vértices CD-874 con azimut a la placa pl-2 del acueducto localizada sobre el mismo andén a 82 m de distancia, **ver anexo G Topográfico.**

El levantamiento topográfico se realiza en dos etapas, como sigue:

Zona Abierta: Toma de información únicamente del área despejada mediante la toma de puntos sobre secciones transversales a cauce y espaciadas cada 5 a 10 m, colocando los prismas en los cambios de pendiente hasta obtener un cubrimiento total del área de estudio.

Zona de Construcciones y Detalles: Toma de información de los puntos topográficos de infraestructura como son paramentos, andenes, construcciones, postes, pozos, cercas, etc.

El barrido con nube de puntos se utiliza para la definición de los taludes de disección de los cursos de agua y de corte, y de elementos urbanísticos como: manzanas, pozos de inspección, vías, escuelas y caminos peatonales. Complementariamente, se toman puntos adicionales en los vértices de las manzanas para la definición precisa de las mismas y el ajuste de los predios de cada una de ellas.

Para la colección de datos de campo se opta por consignar a diario la información tomada en la estación total, mediante un colector de datos serial RS-232 y el programa de computadora propio de los fabricantes de la estación total utilizada.

3.1.2 Trabajo de Oficina

El trabajo consiste en georeferenciar los puntos topográficos tomados en campo y ajustar la poligonal de amarre mediante el programa de computador.

El procesamiento cartográfico del levantamiento se ejecuta empleando el módulo Surface Modeling del Programa de computador TaglePoint Vrs. 14.1, bajo un modelo de interpolación dirigida, generando una malla TIN (Triangular Irregular Network) y realizando un proceso de líneas de discontinuidad y ruptura, lo que representa definir y respetar las barreras físicas actuales, condicionando la interpretación a éstas, sin permitir el desempeño del programa a su libre esquema de triangulación. En este sentido jugaron un papel importante las secciones transversales, los escarpes y los ejes de los drenajes del área.

Como resultado de la actividad anterior se define la salida gráfica del Plano Topográfico a escala 1: 500 con intervalo de curvas de nivel cada 0,5 m. **Ver Plano No 1.**

3.2 GEOLOGÍA

El estudio geológico de la zona se estableció con base en la evaluación de la información secundaria de geología regional, en la fotointerpretación adelantada y en los chequeos de campo efectuados.

De la revisión bibliográfica para el marco geológico, se tomaron los siguientes estudios:



- HELMENS KARIN & VAN DER HAMMEN. Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. En Análisis Geográficos No. 24. IGAC. Subdirección de Geografía.
- INGEOCIM LTDA. – UPES – FOPAE. 1998, Escala 1:10.000.
- INGEOMINAS 1997, Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá.

La fotointerpretación se hizo de las fotografías relacionadas en la **Tabla No 3.1**, sobre las que se identificaron los rasgos litológicos y estructurales, y geomorfológicos.

Tabla No 3.1. Fotografías aéreas de referencia

VUELO No.	SOBRE	FOTO No.	ESCALA	FECHA
C-35	S-854	849 y 850	1:22.000	1940
R-1131	S-8555	1868 a 1870	1:5.000	1990

En las fotografías de 1940, (**ver Figura No. 3.1**), en la zona de estudio no se aprecian asentamientos humanos; la intervención es baja tanto en los cerros como en la llanura aluvial y en las terrazas, en cuyos taludes cuales se aprecia erosión moderada con desarrollo de canales intermitentes por los que desciende el agua de escorrentía. Se aprecian pocos Fenómenos de Remoción en Masa, en las laderas conformadas por suelo con moderada a alta estabilidad geotécnica.

En las aerofotos de 1990, en escala detallada (**ver Figura No. 3.2**), se aprecia la intensa intervención antrópica por asentamientos urbanos de las zonas bajas, las terrazas y las laderas adyacentes a las quebradas de Limas y Peña Colorada afluente de ésta. Con la urbanización de la llanura aluvial (viviendas, vías y demás infraestructura), los rasgos morfológicos y litológicos han sido enmascarados.

3.2.1 Marco geológico general

La secuencia litoestratigráfica de la zona se estableció tanto por la evaluación de la información geológica regional efectuada en la zona, cuyas referencias aparecen en el texto y en la bibliografía, como por la fotointerpretación adelantada por la empresa y los chequeos de campo efectuados. Las unidades identificadas tienen una clara expresión fotogeológica y geomorfológica y condicionan el comportamiento litológico de las unidades.

El componente geológico de los estudios consultados permite apreciar que, regionalmente, en el sector de los tramos 1 y 2, se reconocen varias unidades litológicas reconocidas, una del terciario y dos del cuaternario y unidades muy recientes correspondientes a depósitos coluviales, aluviales y antrópicos.

Formación Guaduas (KTg)

- Aflora al sur y suroeste de Bogotá D.C., como parte del flanco occidental del sinclinal Usme -Tunjuelito. En la zona cartografiada aflora sobre el costado sur del área y su geoforma presenta un control estructural al valle de la quebrada Peña Colorada. En el zona aflora el miembro inferior y se identifican en le talud expuesto, intercalaciones de areniscas y arcillolitas. Las rocas corresponden a areniscas pardas a rojizas,



intercaladas con arcillolitas blancas, seguidas de niveles de arenisca finas limosas y fracturadas. La morfología de la unidad es de tipo onduloso suave a montañoso.

Sistema Cuaternario

Depósitos de Ladera o Pendiente (Qcl)

Están constituidos principalmente por una mezcla de materiales líticos de variada composición, subangulares a subredondeados producto de la disgregación de las rocas pertenecientes al Grupo Guadalupe y se encuentran embebidos en matriz limo - arcillosa y suelos transportados.

Depósitos Aluviales (Qal)

Corresponde a depósitos recientes adyacentes al cauce de la quebrada de Limas, conformados por arenas y limos, con fragmentos líticos de areniscas, dispuestos en posición subhorizontal, con leve vergencia hacia el este. El depósito está a alrededor de 1.5 m por encima del cauce natural de la quebrada y es inundado en las frecuentes crecientes de la quebrada.

Depósitos Lagunares (Qsb)

Corresponde a depósitos limo arcilloso y de arena fina, conformados por la depositación de sedimentos en la zona plana de la Sabana de Bogotá; están dispuestos en posición subhorizontal, con leve vergencia hacia el norte. En el área cartografiada esta unidad se encuentra al noreste, en la parte baja de la quebrada de Limas. Es la zona en donde se ha presentado más urbanización.

Marco Estructural.

En las interpretaciones foto geológicas y en los estudios consultados en el área de influencia directa de los sectores 1 y 2 no se evidencian rasgos estructurales. Si bien en las unidades de roca precuaternaria se aprecian hacia el oeste rocas intensamente fracturadas la zona del estudio está conformada por sedimentos cuaternarios no afectados por deformaciones ni fallas. Las fallas se encuentran recubiertas al entrar en los sedimentos de la Sabana de Bogotá. Aun cuando en la zona estudiada no se observan deformaciones, regionalmente es un área de tectónica compleja.

3.2.2 Geología local

El estudio geológico detallado corresponde a la descripción de las unidades de suelo cartografiadas a escala 1:500, en las que se indican la descripción litológica y la caracterización de los depósitos recientes. Se identificaron las estructuras geológicas, se levantaron columnas estratigráficas, adicional a los perfiles geológicos y se correlacionaron las unidades de acuerdo con los afloramientos y la fointerpretación efectuada.

En el flanco izquierdo de la quebrada, unos 20 m al oeste y aguas arriba del punto 2, se aprecian rocas de edad Terciario inferior correspondientes al miembro inferior de la Formación Guaduas. La zona sobre la que se hizo el levantamiento topográfico solo afloran sedimentos cuaternarios de moderada a baja litificación así como sedimentos recientes. Se



aprecian procesos hidrogravitacionales y actividad antrópica -rellenos del desarrollo urbanístico (**véase planta del Plano No. 3**).

3.2.2.1 Estratigrafía

Con base en la investigación de campo, en la fotointerpretación efectuada, se elaboró un modelo del subsuelo para el área de los puntos críticos 1 y 2, en donde se destaca la secuencia estratigráfica y los fenómenos morfodinámicos.

Se empleó para la base obtenida del levantamiento topográfico, escala 1:500. Las secciones estratigráficas se levantaron en dirección del azimut 65° , de tal manera que los espesores de la secuencia estratigráfica aparecieran en verdadera magnitud.

La descripción litoestratigráfica se hace de las rocas aflorantes, desde las unidades más antiguas a recientes. Los estratos presentan una dirección NW con buzamiento hacia el NE.

Formación Guaduas (KTgi)

Está formación aflora muy cerca al área estudiada, a unos 20 m al oeste del extremo sur del cauce, pasando una vía destapada que limita con la margen izquierda del cauce. Corresponde al basamento de los depósitos inconsolidados que recubren el área objeto de estudio, sobre los que transcurre el cauce de la quebrada de Limas en el sector.

En la **Foto 1** se aprecia la roca aflorante próximo al colegio y un depósito de ladera asociado a la antigua explotación de material que se hizo en el talud. Son claras las interestratificaciones entre las areniscas y las arcillolitas. La unidad buza hacia el oeste entre 27 y 31 y la dirección de los estratos es N-S (dirección de buzamiento 187/31).



Foto 1. – Intercalaciones de areniscas y arcillolitas y derrubios y escombros de antigua explotación de material.

Las areniscas son cuarzosas gris clara a amarillentas, de grano fino a medio, bien seleccionadas, en bancos de entre 0,2 a 1,2 m. Los afloramientos más conspicuos de esta unidad se presentan por fuera de la zona levantada, en canteras explotadas hacia el oeste, en la zona montañosa. La roca está fracturada identificándose dos principales direcciones de diaclasamiento (Azimuth de Buzamiento) en sentido D1:295/85 y D2:15/43. En la foto se observa un material meteorizado y de menor pendiente que corresponde a depósitos de la antigua explotación de derrubios del talud antiguamente explotado. La estratificación es planoparalela, levemente ondulada y rugosa.



Morfológicamente esta unidad desarrolla colinas cuya pendiente se acentúa hacia el oeste llegando a desarrollar un relieve montañoso.

Formación Sabana (Qsa)

Esta unidad limita el cauce de la quebrada de Limas en su margen izquierda. Corresponde a una terraza cuya altura promedio se encuentra en la zona sobre la cota 2580 msnm, unos 7 m por encima del cauce altura de esta corriente. La unidad fue depositada en la interfase aluvial – lacustre, próximo del cambio de pendiente que generó la acumulación de sedimentos de la antigua laguna de la Sabana de Bogotá.

La unidad está mejor caracterizada y muestra su mayor expresión hacia el centro de la sabana , llegando a tener hasta 320 m de espesor, de acuerdo con perforaciones hechas en la ciudad universitaria, en donde presenta una constitución litológica casi exclusivamente conformada por arcillas y limos orgánicos. En la zona estudiada, por corresponder a una franja de piedemonte, la unidad está conformada por intercalaciones de arenas finas, arcillas y limos (**ver Foto 2**). La litificación es baja, sin embargo cuando estos materiales están secos llegan a presentar resistencias altas. La disposición de los estratos es subhorizontal.



Foto 2 – Talud desarrollado sobre la Formación Sabana. Se aprecia un deslizamiento por socavación de la quebrada

De la fotointerpretación de las aerofotos de los años 40 se aprecia la morfología aterrazada concordante con otros relictos ubicados en la margen derecha de la quebrada (**ver Foto 1**). Los taludes de las terrazas se observan leve a moderadamente erosionados y la parte plana se ve bien drenada. En la zona la unidad ha sido disectada por el río Tunjuelito y sus afluentes principales, entre los que se encuentra la quebrada de Limas. De acuerdo con dataciones hechas por Van del Hammen la unidad fue depositada del Pleistoceno Medio al Tardío.

En las fotos recientes se observa que en la zona estudiada fue urbanizada aprovechando la morfología aplanada.

Del análisis de las fotos se observa que la quebrada Peña Colorada siempre transcurrió adyacente a la terraza, sin embargo la quebrada Limas transcurría unos 200 m al este y la confluencia de estos dos drenajes se daba unos 400 m aguas abajo de donde hoy se da (en



donde hoy se encuentra el punto 1 analizado). La quebrada de Limas fue desviada hacia el cauce de la quebrada Peña Colorada, ampliando el caudal del cauce de este afluente, precisamente en la zona de los sitios inestables 1 y 2.

Formación Chía (Qch)

Esta Formación corresponde al relieve plano localizado en la margen derecha de la quebrada de Limas. Esta unidad corresponde a sedimentos fluviales de grano fino asociados a la llanura aluvial actual de los principales drenajes que disectan la Sabana de Bogotá. La edad de la unidad determinada por análisis radiométricos efectuados indican una edad Holoceno (pleistoceno tardío).

En las aerofotos antiguas se aprecia una amplia llanura a la que descendían las quebradas Peña Colorada y de Limas. Al llegar a esta planicie los cauces disminuían su expresión morfológica, lo que indica la pérdida de caudal por saturación de los sedimentos a donde descargaban sus aguas; los cauces transcurrían adyacentes a las colinas bordeándolas. La zona baja presentaba zonas mal drenadas indicando alta saturación del material y granulometría fina a muy fina. Como se explicó en la anterior unidad el cauce de la quebrada de Limas fue rectificado remontando la confluencia con la quebrada Peña Colorada unos 400 m aguas arriba de la confluencia original.



Foto 3 – Colegio y viviendas en zona plana desarrollada sobre antigua llanura aluvial de la Formación Chía

Las aerofotos recientes muestran la intensa intervención antrópica aprovechando el relieve plano de la zona. El antiguo cauce fue desviado y rellenado.

Las perforaciones y las trincheras efectuados indican una predominancia de arcillas, limos y algunas pocas intercalaciones con delgados niveles de arenas finas y ocasionalmente, arenas gruesas.

En la **Foto 3** se aprecia la morfología aplanada sobre la que se han localizado tanto el colegio como el barrio San Francisco.

Depósitos aluviales actuales (Qal)

La llanura aluvial actual comprende una franja de ancho promedio de 3.5 m (hasta 6 m), sobre la que transcurre actualmente la quebrada de Limas. Sobre la margen derecha se ha desarrollado un talud casi vertical de hasta 1 m de altura sobre las aguas medias, disectando sedimentos de la Formación Chía descrita.

El costado izquierdo presenta una pendiente más suave generada por la erosión y los movimientos en masa que afectan suelos de la Formación Sabana descrita; allí la acción del agua y la mayor pendiente de la ladera han generado inestabilidad en las márgenes desarrollándose deslizamientos como el que se aprecia en el sitio inestable No. 2 analizado.



Estos movimientos generalmente se asocian a las curvas externas del río y a la saturación de suelos por infiltración de aguas lluvias.

En esta franja se aprecian también basuras y desechos de construcción que han sido retrabajados por la quebrada, dejando depósitos mixtos adyacentes a las márgenes. Litológicamente está conformada por arenas y arcillas ínter digitadas con material granular y con basuras (**ver Foto 3**).

Depósitos Coluviales (Qcl)

Los depósitos coluviales están asociados con la meteorización, saturación y posterior movimiento principalmente de la ladera de la margen izquierda de la quebrada de Limas, correspondiente a materiales de rellenos y eventualmente de la Formación Sabana. Adicionalmente se encuentran algunos depósitos de menor tamaño asociados a pequeños deslizamientos por desgarres que involucran espesores no mayores de 2 m.

El único sector en donde el depósito coluvial presenta espesores de hasta 3 m corresponde al sitio inestable 2, ubicado en la parte baja de la cancha múltiple, en donde la quebrada hace una inflexión y pasa de tener una dirección N40°E a una dirección N75°E. Allí falló tanto parte de la Formación Sabana como un relleno antrópico con el que se conformaron las graderías de la cancha múltiple (**ver Foto 2**).

Están compuestos por arcillas, limos y arenas saturados en los que se aprecia la reptación de los suelos en matriz limo arcilloso mal seleccionado y generalmente con desarrollo de suelos. La morfología de los depósitos es lobulada. La unidad corresponde a la parte baja del escarpe del punto 2.

Depósitos Antrópicos (Qa)

Esta unidad corresponde a depósitos conformados por material heterométrico de génesis variada compuesta por escombros, materiales de construcción, desechos de excavación, fragmentos líticos y residuos sólidos de diversa índole.

Están asociados tanto con la conformación de los puentes que atraviesan la quebrada como con residuos de construcción y de basuras de las viviendas, que rellenaron zonas adyacentes a la quebrada. Estos rellenos pueden llegar a alcanzar hasta 3 m de espesor.

También corresponden a diques construidos para controlar el cauce de la quebrada de Limas, como el caso de la zona inestable 1, en donde se efectuó un realce de la margen derecha de la quebrada, en la zona en la que ésta cambia de dirección N75E a S-N, con el fin de evitar las inundaciones.

Son depósitos con baja compactación y sin cementación, matriz soportados. La matriz es granular, arenosa- limosa y limo-arenosa, de humedad media a baja.



3.3 GEOMORFOLOGÍA

3.3.1 Marco geomorfológico regional

Las geoformas están relacionadas con procesos morfogenéticos de tipo denudativo y acumulativo.

La geoforma aterrazada alta asociada a la Formación Sabana y la terraza baja, correspondiente a la Formación Chía, son de tipo acumulativo por cuanto fueron generadas en procesos de sedimentación por las corrientes que disectaban las montañas adyacentes y las acumulaban en la parte baja de la Sabana de Bogotá. Actualmente la primera está siendo sometida a procesos erosivos en los taludes que están en contacto con la quebrada.

3.3.2 Geomorfología detallada

La clasificación y descripción geomorfológica, se basa en la interpretación de fotografías aéreas y en las observaciones de campo. La clasificación de las principales formas del terreno se han definido como la expresión dinámica del relieve que ha sido modelado por agentes externos, especialmente de tipo climático y el hombre.

Actualmente el relieve evidencia los efectos acumulativos en las geoformas aterrazadas que conforman el paisaje y denudativos derivados de la acción intempérica.

Tanto la Formación Sabana como la Formación Chía corresponden a morfologías planas que desarrollan pendientes mayores a 30° en sus taludes. Todo el costado izquierdo del área estudiada se desarrolla sobre el talud de una geoforma aterrazada de la Formación Sabana; allí las pendientes naturales de hasta 50° se han atenuado por los depósitos de ladera producto de la erosión.

Los escarpes de la Formación Sabana que han fallado por la socavación presentan pendientes de hasta 90°. Los depósitos coluviales por su parte presentan pendientes moderada a bajas no llegando a más de 7°. Los depósitos aluviales por su parte presentan pendientes no mayores de 4°.

3.3.3 Procesos morfodinámicos

En la actualidad los procesos degradacionales están dados por la actividad antrópica, con el proceso de urbanización y de conformación de la infraestructura básica asociada (vías, alcantarillado). La erosión en los márgenes de la quebrada es común especialmente en los depósitos antrópicos y en la Formación Sabana (Terraza alta ubicada en la margen izquierda), por la baja cohesión de los materiales, por la pendiente de las laderas y por la acción de las aguas.

Los procesos de inestabilidad en los márgenes de la quebrada se asocian a la socavación lateral, saturación de las laderas, reptación y, eventualmente desconfinamiento del material y falla de éste y de los depósitos antrópicos suprayacentes.



El **Plano No 2** muestra cartográficamente el inventario de procesos del área en estudio. Como parte de los procesos degradacionales que afectan el área se distinguen:

Erosión

Se presentan en forma de surcos desarrollada sobre los deslizamientos desprovistos de vegetación, en el costado izquierdo de la quebrada por la concentración de las aguas de escorrentía y la baja cohesión del material. Las áreas donde se identifica este proceso corresponden a las laderas de mayor pendiente (Formación Sabana).

Procesos de Remoción en Masa

Tanto en el reconocimiento de campo como la fotointerpretación de las fotos del año 90, permitió establecer que no existen de Fenómenos de Remoción en Masa recientes o antiguos de gran escala. Se observan pequeños deslizamientos y zonas en reptación muy localizados, adyacentes al cauce de la quebrada de Limas y que se desarrollan sobre el suelo residual localizado en el talud de la terraza de la Formación Sabana, en la margen izquierda de este drenaje.

En la **Foto 4** se observan estos pequeños deslizamientos, con árboles inclinados o caídos en tramos predominantemente rectilíneos. En la **Foto 2** se observa reptación superficial en el talud de la terraza y en la **Foto 5** se observa material coluvial acumulado de un deslizamiento en la inflexión de la quebrada. Los procesos de remoción en masa locales y puntuales se relacionan con la socavación lateral del material coluvial y el desconfinamiento y caída del depósito antrópico.



Foto 4 – Pequeños deslizamientos en la margen izquierda de la quebrada (derecha de la foto)



Foto 5 – Deslizamiento en inflexión de la quebrada sobre el costado izquierdo de la misma, que afecta el talud de la Formación Sabana

Las zonas inestables presentan las siguientes características:

Sector inestable 2

Esta zona se localiza en el costado izquierdo de la quebrada Limas y corresponde a un escarpe de hasta 7 de altura y 20 m de longitud que afecta la parte trasera de la cancha múltiple (**ver Fotos 2, 4 y 5**).



Esta zona está conformada los primeros 2.5 m por un depósito antrópico dispuesto para conformar las gradas de la cancha sobre el nivel de la terraza. Este depósito está sobrepuesto a arenas finas, limos y arcillas dispuestos en forma subhorizontal correspondientes a la Formación Sabana que conforman una terraza de hasta 6 m de altura sobre el nivel actual de la quebrada. Previo al deslizamiento que afectó la ladera, observado en las **Fotos 2 y 5**, se observan deslizamientos menores que afectan la misma ladera (costado izquierdo de la quebrada).

El sector inestable se localiza sobre la curva externa de la quebrada que viene en dirección N40°E a una dirección N75°E. Allí falló material de la Formación Sabana y un relleno antrópico con el que se conformaron las graderías de la cancha múltiple. Previamente (entre 20 y 40 m agua arriba) la quebrada presenta una serie de pequeños deslizamientos, desarrollados en el tramo rectilíneo, en el costado izquierdo de la quebrada, afectando también el talud de la Formación Sabana (**ver Foto 4**).

Sector Inestable 1

La zona fallada presenta una altura máxima de 2 m y 40 m de largo, sobre la margen derecha de la quebrada Limas y adyacente a vías y viviendas del Barrio San Francisco (**ver Fotos 6 y 7**). El costado izquierdo es estable.



Foto 6 – Inflexión de la quebrada y protecciones sobre la curva externa (margen derecha)

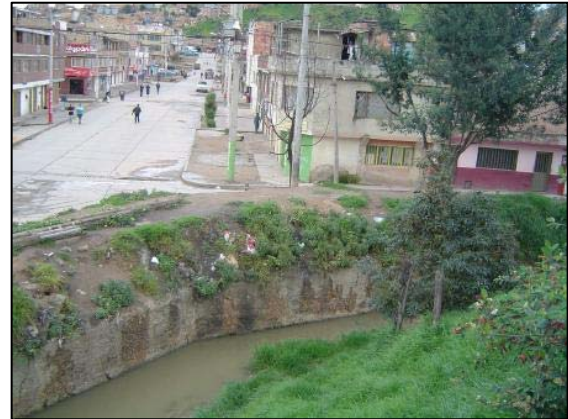


Foto 7 – Se aprecia muro de protección en margen derecha y conformación de un dique de protección para protección de crecientes

Esta zona se localiza unos 150 m aguas abajo del sector 2. Allí la quebrada viene del SW hacia el NE, en dirección N75E y gira, en el sector 1, hacia el Norte. El cauce ha sido controlado con un muro en concreto y realzando la margen derecha en la curva externa donde tiende a presentarse la mayor socavación. Con el realce se pretendió controlar la alta posibilidad de desborde de la quebrada.

El cambio brusco de dirección del cauce de la quebrada, el confinamiento del mismo con el muro y con el realce en la margen derecha ha generado unos problemas de inestabilidad en ambas márgenes previo el confinamiento del cauce. En los análisis hidráulicos se estudio el potencial de desborde de la quebrada para las condiciones morfológicas actuales.



3.4 HIDRÁULICA

Con base en lo observado en las visitas de campo, en la información hidráulica de estudios anteriores, los planos del levantamiento topográfico de detalle y reuniones con los especialistas de las otras disciplinas, se pretende analizar las posibles causas de la desestabilización de los tramos de la quebrada en los sectores 1 y 2 y formular una adecuada solución de protección, que contemple entre otras, la dinámica del cauce, las condiciones hidráulicas actuales, los fenómenos de desestabilización y las fuerzas actuantes.

3.4.1 Información secundaria

Para la determinación de los caudales y precipitaciones se recopiló información disponible en estudios realizados para LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ –ESP. De acuerdo con lo indicado en los términos de referencia, a partir de información existente complementada con observaciones e información de campo.

El principal estudio consultado y que sirvió de base para la evaluación hidráulica del cauce de la quebrada de Limas fue el informe, “Delimitación de la zona de ronda y zona de manejo y preservación Ambiental de los ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre”, elaborado por la firma Estudios y Asesorías Ingenieros Consultores Ltda., 1997.

El capítulo 11 de dicho informe hace referencia particular a la quebrada de Limas y en la sección de hidrología del mismo se encuentran los análisis y resultados de la revisión del estudio anterior realizado en 1990 por la misma firma, para la delimitación de la ronda de la quebrada de Limas. A su vez los parámetros meteorológicos utilizados en los estudios mencionados se tomaron del estudio denominado “Proyecto del Río Bogotá”, realizado por Hidroestudios- Black & Veatch.

En dichos estudios la quebrada de Limas es modelada en 9 sub cuencas y para cada una de ellas se definen y asocian las precipitaciones y los resultados de los caudales máximos revisados, para tiempos de retorno de 10, 25 y 100 años. **Ver Figura No 3.3**

Se considera que los anteriores estudios hidrológicos e hidráulicos son confiables, teniendo en cuenta que han sido realizados por firmas especializadas en el tema. Se acoge por tanto, las recomendaciones escritas en el informe de la delimitación de la zona de ronda, que para estudios hidráulicos posteriores de esta quebrada como el nuestro, se pueden utilizar los caudales de ese informe, que darían teóricamente un margen adicional en la definición de niveles máximos de aguas.

3.4.2 Distribución temporal de precipitación

En la **Tabla 3.2** se presentan los valores de precipitación para una duración de 90 minutos, equivalente a 1.5 veces el tiempo de concentración de la cuenca hasta la desembocadura del río Tunjuelito.



Tabla 3.2 Valores de Precipitación Cuenca Q. de Limas*

Tiempo de Retorno(años)	Precipitación (mm)
10	30
25	36
100	42

*Fuente : Estudios y Asesorías Ingenieros Consultores. Delimitación de la Zona de ronda de manejo y preservación ambiental de los ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre. 1997

3.4.3 Diagnóstico hidráulico de estructuras existentes

Se elaboró para el efecto un formato, con sitio, ubicación, problema hidráulico, posible solución y observaciones, el cual se diligenció con los datos observados en la visita de cada una de las obras hidráulicas existentes.

Adicionalmente, se realizó una tabla con los cálculos hidráulicos, la cual contiene: caudal de cada sitio con $T_r=100$ años, n de Manning estimado, pendiente, inclinación de taludes, ancho del fondo de la estructura y normal, perímetro mojado, radio hidráulico, profundidad, velocidad y número de Froude. Con estos parámetros se estableció la capacidad hidráulica de las 2 estructuras existentes en el sector 2 y se determinó en forma general el problema hidráulico, con las observaciones y posibles soluciones. **Ver Tabla No 3.3** Inventario y Evaluación de obras hidráulicas.

La primera estructura que se encuentra es al inicio del sector No 2, corresponde a un pontón localizado sobre la carrera 20 a de luz 5,5 m y ancho 7 m. Su alineamiento es sesgado con relación a la dirección del cauce, lo que genera problemas erosivos en las márgenes del cauce aguas abajo. La dirección sesgada del pontón impiden el flujo libre generando localmente aumento de la velocidad y de la capacidad erosiva de la corriente; el concreto de su base y de las aletas se ve deteriorado. Su capacidad hidráulica es apenas suficiente y se ve reducida por la presencia de sedimentos y basuras que se acumulan en las márgenes aguas abajo del pontón.

La segunda estructura se localiza al final del tramo y corresponde a un pontón vehicular y esta conformada por 2 alcantarillas de 1,2 m de diámetro embebidos en concreto ciclópeo. La estructura general del pontón se encuentra muy deteriorada con fisuras en el concreto.

La capacidad hidráulica de las dos alcantarillas no es suficiente para el paso de crecientes y aún más si se encuentran colmatadas con basuras, generando en este punto represamientos y desbordamientos del cauce. La falta de capacidad de la sección hidráulica ayuda a que se genere una zona de depositación y colmatación de materiales de arrastre de la corriente. Este punto se convierte en un punto crítico para el funcionamiento de la quebrada, su posible solución es la construcción de una estructura hidráulica suficiente capaz de transitar la corriente.



3.4.4 Evaluación de caudales máximos y mínimos

Acorde al esquema del modelo Hidrológico de la quebrada de Limas, del estudio anotado anteriormente, se identificó que la subcuenca S-9 corresponde a los sitios 1 y 2 del presente estudio, y los caudales al tramo T-9. **Ver Figura No 3.3**

En la tabla 3.4 se anotan los caudales de interés de los sitios críticos.

Tabla 3.4. Caudales máximos del cauce en los sectores inestables

CAUDALES MÁXIMOS (m3/Seg)				
Sitio Critico	Tramo(informe para E.A.A.B)	Tr =10 años	Tr = 25 años	Tr =100 años
Sitios 4 y 5	T-5	4.18	5.93	7.85
Sitio 3	T-8	6.68	9.45	12.48
Sitios 1 y 2	T-9	20.06	28.83	38.45

Los caudales medios y mínimos se presentan cuando las precipitaciones de invierno registran valores menores a 30 mm, en la quebrada son los mas frecuentes, estos se reducen respecto a los caudales extraordinarios cerca de un 50 % correspondientes a tiempo de retorno de 10 años y a caudales mínimos en época de verano meses de diciembre y enero y meses de mitad del año. Son útiles para la programación de la construcción de las obras.

3.4.5 Hidráulica

Debido a que los sitios críticos están ubicados en la zona urbana se adoptan los caudales anotados en la tabla anterior correspondientes a un periodo de retorno de 100 años, para el diseño y evaluación de las estructuras hidráulicas.

Los caudales de crecientes de Tr= 100 Años, definen la dinámica del cauce de la quebrada y los procesos de socavación lateral y profundización del fondo, por las altas velocidades erosivas de la corriente. Además para los caudales de crecientes las secciones hidráulicas deberán ser suficientes en área, para no desbordar y causar problemas de inundaciones, transitar en forma laminar para conservar taludes, infraestructura vial y edificaciones cercanas a la ronda.

La evaluación hidráulica de la quebrada se realiza mediante los caudales de creciente, los cuales permiten calcular en cada tramo el nivel correspondiente con probabilidad de ocurrencia de 100 años. El análisis de caudales máximos permite establecer para diferentes períodos de retorno los caudales de la quebrada en los diferentes tramos y a partir de estos calcular los niveles de la corriente y las demás características de la creciente y compararlos con los niveles del terreno de las orillas; para ello se cuenta con la planta y secciones transversales de los levantamientos topográficos efectuados durante la realización de los estudios.

Teniendo en cuenta la información existente se establecieron los niveles a partir de los caudales y mediante la aplicación de la fórmula de Manning para flujo uniforme, se determinaron los niveles de la corriente, verificándolos con la información obtenida de los habitantes ribereños.



El cálculo de los niveles se efectuó con base en las secciones transversales de cada sitio de la quebrada (Ver planos topográficos). Con estas secciones se determinó el factor geométrico de la fórmula de Manning $AR^{2/3}$ para las diferentes secciones de cálculo.

$$\frac{1}{n} S^{1/2}$$

Para determinar el factor hidráulico n en la fórmula de Manning, del plano topográfico se calculó la pendiente S y el factor de rugosidad n se estimó acorde a las características que presentaba cada tramo de la quebrada para niveles altos. Ver Tabla No 3.5

Tabla No 3.5 Coeficiente de rugosidad de Manning para diferentes tipos de cauce.

Características	Coeficiente de rugosidad de Manning (n)
Cauce con corte de rocas e irregularidades	0.045
Cauce con lechos bastos y pedregosos con maleza en las orillas	0.035
Canales con fondo en tierra y mampostería en los costados	0.030
Recubrimiento con flexo-adoquín	0.025
Tuberías de concreto	0.014
Box coulver en concreto	0.014

Se consideró que el flujo en el tramo en promedio corresponde a profundidades normales (pendiente de la línea de energía similar a la pendiente media del cauce). Mediante cálculos manuales e iteraciones se estimó los niveles del agua a lo largo de cada tramo. Los niveles establecidos a partir de este criterio se cotejaron con los informados localmente para condiciones de caudales máximos.

Debido a los cambios de forma del lecho y secciones a que está sujeta la quebrada, por acción antrópica del flujo y otras, es posible que para caudales iguales se obtengan niveles diferentes y la relación caudal - nivel no sea en realidad la calculada, sino que tenga un grado de incertidumbre que se puede reducir, si se adopta un borde libre mínimo entre 0.30m y 0.50m del nivel calculado.

Para uniformizar el comportamiento de la quebrada en cada tramo, se propone recuperar las márgenes afectadas, a secciones similares donde la quebrada presenta aún estabilidad, mediante escalonamiento reducir la pendiente en el tramo estudiado, reduciendo la velocidad que genera erosiones y socavaciones, a valores que permitan el arrastre de materiales para evitar problemas de sedimentación y concentración del flujo hacia el centro de la quebrada.

3.4.6 Evaluación de socavación del cauce

En este numeral se presentan los resultados obtenidos sobre características del flujo en cuanto a caudales, velocidades medias y números de Froude, para condiciones de niveles máximos, **ver Tabla 3.6**. Esta información es de importancia para el diagnóstico del problema de erosión en las orillas donde se encuentran los taludes desestabilizados y las obras hidráulicas y de encauzamiento existente.



Tabla No 3.6 Relaciones de velocidad de corriente en función del caudal.

	Caudal(m3/seg)	Velocidad (m/seg)	Froude
Sitio 3	12.48	1.56	1,95
Sitio 2	38.45	4.8	1,15
Sitio 1	38.45	4.8	1,33

En los sectores 1 y 2 se encuentran rastros de deslizamientos anteriores y rellenos sueltos que invaden el cauce de la quebrada, limitando la sección, que recupera la quebrada, en niveles altos, labrando estos materiales y arrastrándolos a tramos de menor pendiente.

En ciertos niveles y caudales, por material de desprendimiento de taludes, basuras en el cauce, y reducción de paso del flujo en estructuras hidráulicas de capacidad insuficiente, la quebrada se represa, depositando sedimentos en el fondo, que disminuyen la pendiente y con esto temporalmente el poder de socavación el cual se activa con una nueva creciente.

En niveles altos la quebrada socava el fondo y pasa a gran velocidad, tratando de recuperar su sección, erosionando lateralmente taludes, aletas, estribos y muros marginales y desbordándose ocasionalmente.

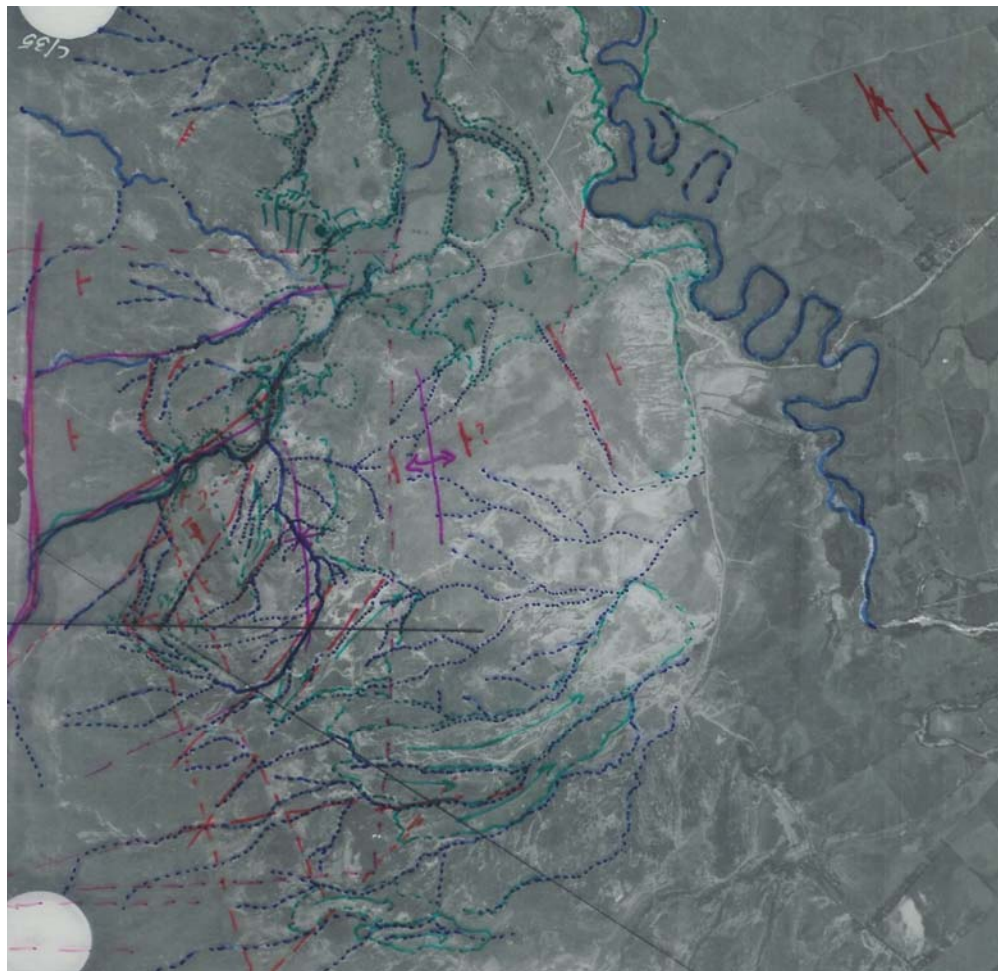
Se observó en las estructuras hidráulicas en el tramo de estudio, principalmente en pontones vehiculares y peatonales, diferentes problemas hidráulicos entre ellos los de socavaciones locales de cimentación de estribos, de aletas y de base del muro longitudinal del barrio San Francisco. **Ver Tablas No 3.3 y No 3.7**

En general se puede definir que la socavación lateral predomina sobre la socavación de fondo o profundización de la base del cauce, debido a la pendiente del cauce y que en este sector predomina la depositación que el transporte. Así mismo la socavación lateral presenta su mayor influencia o acción para los eventos de crecientes que elevan el nivel de la corriente y su poder erosivo, afectando materiales susceptibles a la erosión como los rellenos antrópicos.

FOTO INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA











FIGURA No 3.1

ESCALA 1:22.000 - AÑO 1940



CONVENCIONES

ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

	EROSIÓN MODERADA O SEVERA		DESPLAZAMIENTO Y DIRECCION DEL MOVIMIENTO
	ESCARPE DE EROSIÓN		DRENAJE
	BUZAMIENTO INVERSO		BUZAMIENTO
	CONTACTO LITOLÓGICO		ANTICLINAL
	DIRECCIÓN DE FLUJO PRINCIPAL Y SOCAVACIÓN LATERAL		LINEAMIENTO DE FALLA



DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO
INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN
FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE
LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS



FOTO INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA


FIGURA No 3.2

ESCALA 1:5.000 - AÑO 1990



CONVENCIONES

ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

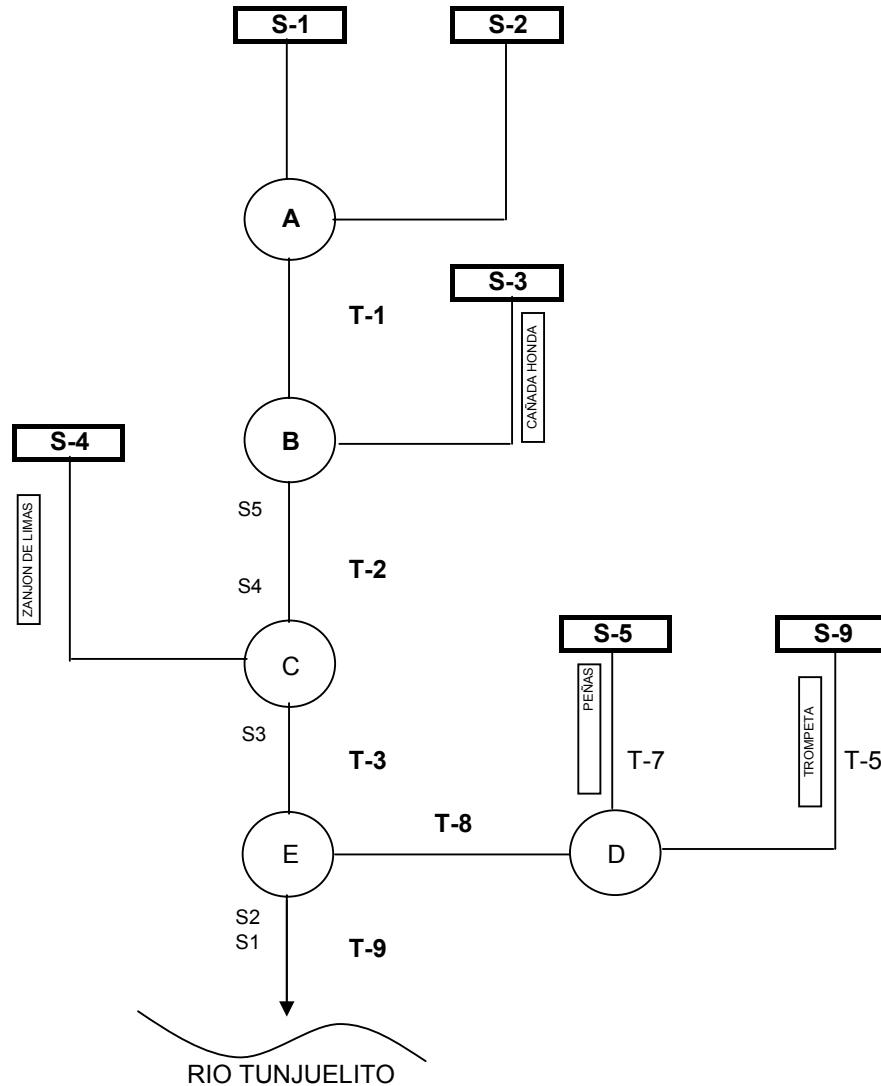
	EROSIÓN MODERADA O SEVERA		DESPLAZAMIENTO Y DIRECCION DEL MOVIMIENTO
	ESCARPE DE EROSIÓN		DRENAJE
	BUZAMIENTO INVERSO		BUZAMIENTO
	CONTACTO LITOLÓGICO		ANTICLINAL
	DIRECCION DE FLUJO PRINCIPAL Y SOCAVACION LATERAL		LINEAMIENTO DE FALLA



ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA
EN EL BARRIO VILLAS DEL DIAMANTE, DE LA LOCALIDAD CIUDAD
BOLÍVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.



FIG No. 3,3
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA QUEBRADA DE LIMAS



Nota: S1,...S5 - Sectores Objeto del Estudio



CONTENIDO CAPÍTULO 4 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA

4. INTRODUCCIÓN	2
4.1 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	2
4.1.1 Exploración del subsuelo	2
4.1.2 Ensayos de laboratorio	3
4.1.3 Ensayos in situ	3
4.2 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA	4
4.2.1 Macizo rocoso.....	4
4.2.2 Material rocoso	4
4.2.3 Suelos	5
4.2.4 Rellenos Antrópicos (Qa).....	6
4.3 MECANISMOS DE FALLA	7
4.4 EVALUACIÓN DE AGENTES DETONANTES	8
4.4.1 Lluvias	8
4.4.2 Sismos	8
4.5 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD MÁRGENES	9
4.6 EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO	10
4.6.1 Por inestabilidad del terreno	10
4.6.2 Por inundación.....	10
4.7 EVALUACIÓN HIDRÁULICA	11
4.7.1 Antecedentes	11
4.7.2 Situación actual	11
4.7.3 Evaluación sector 2	12
4.7.4 Evaluación sector 1	13
4.7.5 Análisis de resultados.....	13



CAPÍTULO 4 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA E HIDRÁULICA

4. INTRODUCCIÓN

Con base en la información base descrita en el capítulo anterior, se inició el estudio Geotécnico del sector, para lo cual fue muy útil el conocimiento detallado de la geología y de los procesos geomorfológicos, así como la precisión del mapa base.

4.1 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Como parte inicial y base de la exploración del subsuelo se aplicó el conocimiento adquirido durante el trabajo de campo de reconocimiento de la geología local. El levantamiento geológico siempre se desarrolló haciendo énfasis en geología para ingeniería y una vez establecidas las unidades de roca, suelo y depósitos antrópicos que afloran en el área estudiada, al igual que los espesores aproximados y bancos de afloramiento, se estableció el programa de exploración.

De acuerdo con lo anterior, la exploración se llevó a cabo mediante dos etapas:

- La primera corresponde a una exploración basada en trincheras que cumple la doble función de afinar la cartografía geológica, ayudando a establecer tipos de material y espesores, y la otra con fines geotécnicos de caracterización del material diferenciado.
- La segunda etapa busca establecer las características de los materiales superficiales mediante perforaciones con equipo mecánico de avance con percusión y lavado, y con ensayos *In situ* de penetración estándar.

El contexto estructural junto con la inspección geológica, y los resultados de la exploración del subsuelo permite definir el modelo Estratigráfico y Geotécnico del área en estudio.

4.1.1 Exploración del subsuelo

La exploración del subsuelo se realizó mediante la ejecución de 6 trincheras, 9 perforaciones y 1 estación para levantamiento estructural en el sector 2 y 2 trincheras y 4 sondeos en el sector 1. Su localización se puede observar en la **Figura No. 4.1 y No. 4.2.** que respectivamente muestran la exploración en los sectores 2 y 1 respectivamente.

Mediante una detenida inspección de trincheras se caracterizaron los materiales que afloran en taludes que conforman las márgenes de la quebrada. El procedimiento implementado consistió en destapar y limpiar los taludes de corte seleccionados para exponer los materiales en condición fresca, tratando de establecer en profundidad la



continuidad del perfil encontrado. En el **Anexo Geotecnia, A**, se presentan los registros estratigráficos de cada una de las trincheras levantadas.

Las perforaciones buscaron dar continuidad a las trincheras y se llevaron a cabo con equipo manual y se complementaron con ensayos “in situ” de penetración estándar, igualmente se obtuvieron muestras de los materiales en tubo tipo cuchara partida de los ensayos insitu y muestras en bloque de los materiales de la terraza. Principalmente se investigaron los rellenos superficiales dispuestos por la comunidad y los depósitos aluviales que conforman el valle de la quebrada. En el **Anexo Geotecnia, A**, se presentan los registros de los perfiles estratigráficos levantados en cada una de las perforaciones realizadas.

4.1.2 Ensayos de laboratorio

Observando la variación del perfil del subsuelo en cada sitio de exploración, se definieron los puntos y niveles de muestreo de manera que se logró una representación de todos los materiales encontrados. Se tomaron muestras alteradas en bolsa, generalmente de la matriz de los depósitos y se recuperaron muestras del ensayo de penetración estándar.

Las muestras obtenidas se identificaron visualmente y con base en la estratigrafía obtenida se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio, el cual consistió en la ejecución de pruebas para clasificación (límites de consistencia y granulometría), determinación del contenido de humedad natural y el peso unitario y de resistencia al corte mediante el ensayo de corte directo y compresión simple. En la **Tabla No. 4.1 A, B y C** se presenta el resumen general de resultados y en el **Anexo Geotecnia, A1**, los ensayos de laboratorio.

Igualmente, se adelantó una recopilación de información secundaria con base en estudios geotécnicos de similares características que presentaran datos de la caracterización geomecánica de los materiales, especialmente los de resistencia al corte, de las areniscas y arcillolitas de la Formación Guaduas Conjunto Inferior, así como de los suelos residuales.

4.1.3 Ensayos in situ

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de los materiales que conforman el área de estudio y su dificultad de muestreo, se acudió al ensayo de penetración estándar para la caracterización geomecánica de los diferentes estratos aluviales superficiales y de los rellenos que conforman los márgenes de la quebrada, adelantando pruebas de SPT en cada tipo de material identificado en el proceso de exploración y cartografía geológica.

Una vez establecidos los valores de campo, se realizaron las correcciones por confinamiento, longitud de varillaje y nivel de agua, y se normalizaron los valores de campo. Utilizando el método de estimación de parámetros efectivos de resistencia con SPT establecido por González 1997, fueron estimados los parámetros de resistencia para cada material. En el **Tabla 4.2 (A, B y C)** se presenta la evaluación de parámetros en función SPT y en las **Figuras No. 4.3 (A, B y C)** muestran las envolventes de resistencia de los diferentes materiales superficiales.



4.2 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

El contexto estructural, junto con la inspección geológica, los resultados de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio permitió definir el modelo estratigráfico y geotécnico del área en estudio y realizar una adecuada clasificación de los diferentes materiales. Así se determinó:

4.2.1 Macizo rocoso

El modelo geológico permite apreciar la conformación de la secuencia estratigráfica, integrada por bancos de areniscas y arcillolitas que componen la Formación Guaduas, que se presenta en la parte alta del sector 2 y que limitan con el área en estudio.

4.2.2 Material rocoso

Se identifican los siguientes materiales rocosos: arcillolita, areniscas de la Formación Guaduas Conjunto Inferior.

Los valores de resistencia de los materiales rocosos son tomados de información secundaria de estudios similares en la zona objeto de estudio, especialmente el estudio de INGEOCIM, 1998, y los parámetros geomecánicos son tomados de la caracterización realizada en el estudio de Villas del Diamante, JAM INGENIERIA, 2003, [Ver Tabla No 4.3](#).

Arcillolita + Areniscas (Ktqic): (nivel 2) Esta unidad corresponde a una secuencia de arcillolitas rojizas a gris claras, con delgadas intercalaciones de limolitas y areniscas finas amarillas, con crecimientos ferruginosos y estratificación planoparalela

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	2.24 Tn/m ³
Resistencia a compresión	2.4 Kg/cm ²
Angulo de fricción	28.7°
Cohesión	1.9 kg/cm ²

Areniscas + Arcillas (Ktgiac): (nivel 1) Corresponde a interestratificaciones de areniscas finas, cuarzosas, bien seleccionadas, en bancos de 18 a 40 cm. intercalado con arcillolitas gris clara, en bancos de 10 a 35 cm

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	2.4 Tn/m ³
Resistencia a compresión	23.75 Kg/cm ²
Módulo de Elasticidad x 10 ⁵	0.6 Kg/cm ²
Angulo de fricción	39.3°
Cohesión	4.1 kg/cm ²



4.2.3 Suelos

Los suelos que conforman la terraza de la Formación Sabana con un grado de consolidación alto.

Arenita limosa habana de grano medio:

Sus características geomecánicas son:

Peso unitario	1.5 ton /m ²
Humedad natural	3 – 24 %
SPT	38- 42 golpes/pie
Angulo de fricción	55.31° Grados
Cohesión	0.05 ton /m ²

Arcilla de consistencia dura:

Sus características geomecánicas son:

Peso unitario	1.6 ton /m ²
Humedad natural	19%
qu	49.8 ton/m ²
Angulo de fricción	27° Grados
Cohesión	1.8 ton/m ²

De los depósitos aluviales dejados por la corriente y que conforman el valle aluvial,

Limo areno arcilloso:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1.45 ton/m ³
Humedad natural	14 – 27 %
Límite líquido	34 %
Límite plástico	16 %
SPT	8 – 28 gol/pie
Angulo de fricción	25.85-32.10° Grados
Cohesión	0.08 – 0.94 ton/m ²

Arena limosa con gravas :

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,5 – 1.6 ton/m ³
Humedad natural	11 – 19 %
SPT	6 – 44 golpes/pie
Angulo de fricción	37.52° – 37.87°
Cohesión	0 – 0.62 ton/m ²



Arena limosa gris pardusca:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,2 – 1.7 ton/m ³
Humedad natural	13 – 47 %
SPT	5 – 37 golpes/pie
Angulo de fricción	29.96° – 36.05°
Cohesión	0 – 1.0 ton/m ²

Arena gris con vetas amarillas:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,5 – 1.7 ton/m ³
Humedad natural	12– 26%
SPT	5 – 33golpes/pie
Angulo de fricción	33.45° – 34.64°
Cohesión	0 – 0.27 ton/m ²

Arena fina a media:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,6 – 2.2 ton/m ³
Humedad natural	3.9 – 9.3%
SPT	2 – 32 golpes/pie
Angulo de fricción	31.12° – 51.47°
Cohesión	0.1 – 0.12 ton/m ²

4.2.4 Rellenos Antrópicos (Qa)

Corresponden a materiales estériles residuales del proceso de explotación y de depósitos de materiales heterogéneos con desechos de construcción y basuras. Se encuentran dispuestos en los sectores definidos como modelados antrópicos y con procesos de inestabilidad actual.

En el proceso de caracterización de éstos materiales se identificaron:

Relleno arenoso limoso con escombros:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,5 – 1.9 ton/m ³
Humedad natural	4.5 – 21 %
SPT	2 - 13 gol/pie
Angulo de fricción	33.54° – 45.21° Grados
Cohesión	0 ton/m ²



Relleno arenoso limoso con intercalaciones de arcilla:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,5 – 1.7 ton/m ³
Humedad natural	7.6 – 22.7 %
SPT	5 - 35 gol/pie
Angulo de fricción	38.04° – 50.76° Grados
Cohesión	0.09 – 0.36 ton/m ²

Relleno limo arenoso:

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1,5 – 1.7 ton/m ³
Humedad natural	10.9 – 17.9 %
SPT	7 - 28 gol/pie
Angulo de fricción	40.38° Grados
Cohesión	0.008 ton/m ²

4.3 MECANISMOS DE FALLA

Los procesos geomorfológicos identificados en el área son, por una parte, de erosión intensa sobre los depósitos aluviales y rellenos antrópicos; y por otra parte procesos de deslizamientos traslacionales de pequeña magnitud localizados en los rellenos antrópicos que conforman las márgenes de la quebrada.

En general las márgenes naturales del cauce en el sector en estudio no se ven afectadas por inestabilidad del terreno. Los procesos erosivos y de inestabilidad se asocian a la inadecuada disposición de de los rellenos botados sobre las márgenes de la quebrada sin control técnico.

Con base a lo anterior y al modelo geológico del área, se establecen escenarios con respecto a los modos o mecanismos de falla posibles que bajo solicitaciones de los agentes externos como lluvias, corriente cauce (socavación) y eventos sísmicos podrían desencadenarse, y que estarían favorecidos por la intensificación de los procesos de intemperización, denudación y acción del hombre por la inadecuada disposición de aguas de escorrentía y manejo de rellenos.

Dentro de este marco se consideraron los siguientes mecanismos de falla:

- **Tipo 1:** Deslizamientos tipo rotacional de los depósitos de relleno antrópicos, asociados a fallas locales de pie o de corona.
- **Tipo 2:** Deslizamientos rotacionales generales que involucrarían todo el talud. Son de una mayor magnitud y presentan un gran poder destructivo en la medida que taponen el cauce y se genere una avalancha.



La disposición estructural casi horizontal de los materiales que conforman la Formación Sabana en la terraza de la margen izquierda del cauce, condicionan la estabilidad de la zona, de la evaluación morfológica se ha concluido que durante los últimos sesenta años ha permanecido estable sirviendo de control del cauce. Esto se asocia al grado de consolidación de los materiales que la conforman y que la influencia de las aguas de escorrentía sobre la misma es mínima.

4.4 EVALUACIÓN DE AGENTES DETONANTES

Para el caso en estudio se contempla los agentes detonantes de lluvia y sismo, agentes como la erosión y el factor antrópico se tienen en cuenta con los cambios morfométricos que vienen implícitos en la topografía.

4.4.1 Lluvias

El barrio San Francisco pertenece a la zona suroccidental; lo que traduce para los valores de lluvia anual (600 mm aproximadamente), una precipitación acumulada crítica de 216.5 mm, con una duración de 30.7 días y un período de retorno de 29 años.

En el área los procesos de escorrentía son mayores que los de infiltración debido a las altas pendientes, situación que se evidencia en la persistencia de procesos erosivos sobre los de inestabilidad. Por tanto para los análisis de estabilidad en el área se determina que los materiales naturales presentan bajos niveles de saturación mientras los depósitos tipo relleno aumenta su saturación por su mayor capacidad de infiltración, por lo que se asumen para los análisis valores para R_u (coeficiente de presión de poros) entre 0.10 y 0.20. Para el análisis de probabilidad se asumen valores de T_r de 30 años para la lluvia crítica.

4.4.2 Sismos

Este parámetro se valora con base en los resultados del estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, INGEOMINAS-UNIANDES, 1997 y el Estudio de Amenaza por deslizamientos del Barrio Cordillera realizado por la UT IGR – GIA Consultores, 2003, para el DPAE. Los estudios presentan en una forma más detallada las condiciones geológicas y tectónicas existentes desde el punto de vista regional y local para la ciudad de Bogotá y mas específicamente para el área en estudio.

Según el estudio del barrio Cordillera realizado por la UT IGR – GIA Consultores, 2003, el área presenta una mayor afectación debida a ocurrencia de sismos de fuentes locales, el caso más sobresaliente corresponde un movimiento sísmico generado en el sistema de fallas que circundan el suroriente de la ciudad.

El estudio concluye que para el caso de la Fuente Local, las aceleraciones a nivel de superficie, varían entre 0.29 g y 0.34 g para la zona de rellenos antrópicos. En el caso de la Fuente Frontal, las aceleraciones a nivel de superficie varían entre 0.21 g y 0.27 g para la zona de rellenos antrópicos. En el caso de la fuente lejana, las aceleraciones a nivel de superficie son del orden de 0.05 g en la zona de rellenos antrópicos.



De acuerdo con el Estudio de Microzonificación de Bogotá, el proyecto se localiza en la Zona 1 – Cerros, en la cual la aceleración máxima a nivel de superficie es 0.24 g. Esto indica que las aceleraciones máximas esperadas son superiores a las indicadas en el Estudio de Microzonificación, lo cual aumenta la importancia del sismo como factor detonante de fenómenos de remoción en masa.

Por lo anterior para la evaluación de la respuesta sísmica del subsuelo como agente detonante y contribuyente de los fenómenos de remoción en masa, se asumen valores de aceleración máxima de 0,24 g para las áreas de roca y de 0,29 g para las áreas de rellenos antrópicos.

4.5 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD MÁRGENES

Con base en el modelo geotécnico y los mecanismos de falla posibles se procedió a adelantar la evaluación de estabilidad de las condiciones actuales de los taludes y su influencia sobre la estabilidad de las márgenes.

Los parámetros geomecánicos y las condiciones de agua y sismo se contemplaron según lo expuesto en los numerales anteriores.

Se adelantaron análisis de los taludes para diferentes secciones de análisis, por tramos rectilíneos de los taludes, es así como para el sector 2 se realizaron 5 modelos de estabilidad y para el sector 1 dos modelos de estabilidad. Ver memorias de cálculo.

Anexo B.

Los resultados de los análisis se presentan en las **Tablas Nos 4.4. a 4.7** para el sector 2 y en las **Tablas No 4.8 y 4.9** para el sector 1. En general los análisis muestran que los depósitos antrópicos dispuestos en la parte superior de las márgenes y en la base de las mismas, son inestables y su falla es muy probable, la corriente de la quebrada erosiona los depósitos aluviales y le quita soporte a los rellenos, los factores de seguridad son cercanos a la unidad y la falla presenta un componente circular; este mecanismo presenta un carácter retrogresivo.

El mecanismo de falla general, que involucra los depósitos cuaternarios de la formación Sabana, es posible en la medida que sean saturados, condición poco probable o por la ocurrencia de un sismo. La condición de estabilidad esta dada por la disposición estructural de materiales dispuestos horizontalmente. Modelando la falla de estos materiales con altas pendientes se presenta la condición de falla, por lo que se recomienda su perfilado.

El factor desencadenante o detonante de los mecanismos de falla analizados lo constituye la socavación lateral de la corriente para los depósitos de pie de ladera y la infiltración y concentración de agua para los depósitos localizados en la parte alta de las márgenes.

En general los taludes fallarían por la ocurrencia de un sismo o por la pérdida de soporte en la base de los mismos por socavación. Mientras las fallas por el evento sísmico son de mayor tamaño e involucran el talud completo poniendo en riesgo las edificaciones



localizadas en la parte alta, las fallas por socavación son de pequeña magnitud y afectan la corriente localmente.

4.6 EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO

4.6.1 Por inestabilidad del terreno

Según lo establecido en los análisis de estabilidad la probabilidad de falla de los taludes es media a baja y esta asociada a la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud alta, o a que localmente se infiltre agua al talud por una acción antrópica aleatoria. La falla de corona y general del talud afectarían las edificaciones que se encuentran en la parte alta o corona del talud que conforma la margen izquierda de la quebrada tanto en los sectores 2 y 1; mientras las fallas locales de pata afectarían la corriente del cauce.

La vulnerabilidad de las edificaciones que se encuentran en la parte superior es alta debida a la alta exposición, y su afectación se daría por la perdida de soporte en su cimentación, generando altos niveles de daño. Se puede establecer que la vulnerabilidad asociada a estas edificaciones es muy cercana a 1, con el agravante de que se tratan de áreas institucionales de colegios y escuelas distritales, con la presencia permanente de niños.

En el sector 1 se encuentran viviendas construidas muy cerca de la corona del talud, su grado de vulnerabilidad es alta cercano a 1. Estas viviendas fueron construidas hace más de 20 años y no han registrado emergencias por la inestabilidad de los taludes de la quebrada, las emergencias en esta zona están ligadas a inundaciones por desbordamientos del cauce.

El riesgo asociado es medio a alto y se desprende de que la falla se daría ante la ocurrencia de un sismo, o si la degradación de los taludes continua sin ningún tipo de tratamiento.

4.6.2 Por inundación

Los registros históricos por emergencias muestran que la ronda de la quebrada de Limas a la altura del barrio San Francisco presenta un grado de amenaza alto por inundaciones que están asociadas al alto grado de intervención del cauce, partiendo del cambio de curso, eliminación de la zona de ronda e invasión de la misma, construcción de estructuras hidráulicas insuficientes, mal manejo ambiental entre otras.

Las edificaciones de la parte baja son las que presentan un grado de vulnerabilidad alto especialmente por el alto grado de exposición, los daños están asociados a pérdida de bienes y enceres y eventual arrastre por la corriente de elementos móviles. El efecto sobre la comunidad es muy alto porque la inundación tiene un área de afectación alta.



El control o la mitigación de los efectos se pueden llegar a lograr devolviéndole al canal su capacidad hidráulica mediante secciones adecuadas, estructuras hidráulicas amplias y conservación ambiental del corredor.

4.7 EVALUACIÓN HIDRÁULICA

4.7.1 Antecedentes

La cuenca de la quebrada de Limas, se encuentra localizada en una zona geográfica que por sus características naturales y la fuerte intervención antrópica, ha sido identificada en diversos estudios técnicos que se han realizado para la DPAE, especialmente el de zonificación de áreas inestables, INGEOCIM 1998, como de alta amenaza y alto riesgo por fenómenos de remoción en masa, acompañado de procesos erosivos e inundaciones.

Históricamente, en la cuenca de la quebrada de Limas, se han presentado avalanchas, inundaciones y fenómenos de inestabilidad por remoción en masa, socavación de márgenes, especialmente en los periodos de lluvias más intensas.

De acuerdo con el Diagnóstico de Emergencia No. 1836 del 26 de Noviembre de 2003, se presentó una avalancha ocasionada por el represamiento de la quebrada de Limas por causa del taponamiento de la tubería del paso vehicular existente en la calle 69 H bis Sur frente al barrio Villa Gloria de la localidad de Ciudad Bolívar el día 24 de noviembre de 2003.

El gran incremento en el caudal y de la velocidad del flujo, produjo en algunos sectores intensa socavación que generó pérdida parcial de la banca de algunas vías como en el caso de la parte baja del Barrio Villas del Diamante y deslizamientos locales que ponen en riesgo viviendas y podrían obstruir el cauce de la quebrada, como se aprecia en los taludes de la quebrada en cercanías del Colegio San Francisco, Barrio Marandú y otros sectores del Barrio San Francisco, que aumentaría la probabilidad de nuevos desbordamientos y avalanchas en períodos lluviosos.

Algunos taludes de la quebrada están conformados por rellenos, algunos recubiertos con vegetación, otros aparecen desnudos por acción erosiva del flujo, otro aparecen protegidos por un muro longitudinal, con alineamiento curvo, el cual direcciona las aguas y ha sido superado por niveles que causan inundación.

4.7.2 Situación actual

El crecimiento de la ciudad, hacia la parte media y baja de la cuenca, ha restado espacio a la quebrada de Limas, cambiando su curso, confinando el cauce y eliminando su ronda. La presencia de vías de acceso a los barrios paralelas al cauce es un proceso de ocupación prácticamente consolidado, que ha venido modificando el cauce y sus márgenes generando degradación de las mismas y problemas de inestabilidad colocando en riesgo vías y edificaciones.



La presencia de estructuras hidráulicas sin capacidad ni manejo de eventos extremos, aunados a escombros y depósitos de basuras, restan capacidad de desagüe y como consecuencia se generan problemas de arrastre de materiales y desbordamientos.

La quebrada en términos generales en el sector a estudiar presenta variabilidad e irregularidad de características y régimen hidráulico: en el trayecto en estudio discurre en forma rectilínea con pequeños cambios de dirección por presencia de deslizamientos, y cambios de dirección de la corriente por control morfológico. El nivel de la lámina del agua no tiene forma uniforme, flujo torrencial, velocidades erosivas con alto poder de arrastre de materiales de socavación de orillas y taludes desestabilizados.

Como es natural en este tipo de quebradas, la primer posibilidad de cambio, que se presenta es el correspondiente a su desplazamiento en planta, el cauce va cambiando en forma progresiva y gradual a lo largo del tiempo, y cuando se presentan avenidas torrenciales el cambio se acentúa de manera drástica buscando un equilibrio, que se manifiesta con cierta sinuosidad por erosiones en las márgenes. En el sector 1 y 2 el cauce queda confinado por la ciudad sin posibilidad de cambio lateral.

La segunda posibilidad de cambio, se presenta en dos planos, vertical y perpendicular al flujo, por la interacción del caudal sólido y el caudal líquido, un desequilibrio en el flujo de agua-sedimento, temporal o espacialmente, implica variaciones de la cota de fondo. La quebrada transporta agua sobre el material acarreado por la misma, en determinados niveles, este material puede ser movido y arrastrado por el agua, el fondo de la quebrada y las orillas responde con erosión a las altas velocidades, por arrastre de partículas profundizando la sección y presentándose socavación de fondo. Esta posibilidad de cambio se encuentra controlada en el sector por la presencia de estructura hidráulicas que fijan el fondo del canal, como son los pontones de entrada y salida de cada tramo.

La tercera posibilidad de cambio, se asocia con el nivel de la superficie de la lámina libre del agua, de manera que ante ampliaciones o reducciones de la sección transversal de la quebrada, fenómenos de remoción en masa, aumento o disminución de caudales, represamiento por insuficiencia de capacidad de desagüe de las estructuras hidráulicas, falta de limpieza del cauce, entre otras, se manifiesta en aumento o disminución de esta posición, la cual en crecientes supera las márgenes en algunos tramos no confinados, desbordándose el agua con riesgo de inundación de la zona urbana.

Como el comportamiento dinámico de la quebrada varía, se propone particularizarlo a partir de los equilibrios preexistentes y pronosticar los efectos de una intervención en cada uno de los sitios del proyecto.

4.7.3 Evaluación sector 2

En este sector se tiene un parque en el nivel superior del talud vertical, de gran altura, carente de obras adecuadas de conducción y evacuación de las aguas lluvias las cuales se represan e infiltran por los estratos permeables y lo inestabiliza, acelerando la erosión y agravando el deslizamiento del terreno.



Se presenta erosión locales por entregas de escorrentía puntual, drenaje interno de estratos permeables de la orilla, árboles de peso considerable y fuerza gravitacional de material de los taludes altos y de alta pendiente.

Se encuentran rastros de deslizamientos anteriores y rellenos sueltos que invaden el cauce de la quebrada, limitando la sección, que recupera la quebrada, en niveles altos, labrando estos materiales y arrastrándolos a tramos de menor pendiente.

En ciertos niveles y caudales, por material de desprendimiento de taludes, basuras en el cauce, y reducción de paso del flujo en estructuras hidráulicas de capacidad insuficiente, la quebrada se represa, depositando sedimentos en el fondo, que disminuyen la pendiente y con esto temporalmente el poder de socavación el cual se activa con una nueva creciente.

En niveles altos la quebrada socava el fondo y pasa a gran velocidad, tratando de recuperar su sección, erosionando lateralmente taludes, aletas, estribos y muros marginales y desbordándose ocasionalmente.

En este sector es prioritaria la ejecución de las obras de protección por ser el sitio en donde mayor cantidad de viviendas y personas se pueden ver afectadas si no se controla los problemas detectados. Los pasos vehiculares, presentan insuficiencia en capacidad hidráulica, ver cuadro de evaluación de estas estructuras.

4.7.4 Evaluación sector 1

En la margen derecha, sobre el cambio de dirección del cauce, existe un muro longitudinal de concreto para encauzamiento de las aguas hacia un pontón de capacidad hidráulica insuficiente para caudales de creciente.

La sección hidráulica del cauce o del canal, es insuficiente y por tanto se configura en un punto crítico de desbordamiento de la quebrada, acción que trató de ser mitigada con la colocación de un relleno son manejo técnico por encima del muro existente, generando un problema adicional de estabilidad del muro.

El muro esta construido en concreto y presenta un desplazamiento hacia el canal por volcamiento y esta afectado en su base por socavación del cauce, la cual es de intensidad alta teniendo encuentra que el muro esta localizado en todo el cambio de dirección de la corriente.

Los anteriores procesos se ven acelerados por la presencia de basuras dentro del cauce y reducción de la sección por rellenos dispuestos sobre la margen izquierda de la quebrada.

4.7.5 Análisis de resultados

En el análisis multitemporal de la dinámica y movilidad del cauce, se concluye que el cauce actual de la quebrada de Limas en la zona definida por los sectores 1 y 2 fue cambiado de dirección en el procesos de urbanización de la zona, recostando el mismo



contra el talud que delinea la Formación Sabana y fue confinado su valle por la construcción de edificaciones y vías sobre su margen derecha.

La sección hidráulica de canal y las estructura hidráulicas en las condiciones actuales no son suficientes para transitar una creciente del orden de los 38 m³/seg, Tr 100 años, por lo que cuando se producen estas, se presentan los desbordamientos e inundaciones reportadas en las emergencias de la zona.

Los procesos de socavación son permanentes, en aguas bajas atacan los depósitos locales de rellenos y basuras, y en crecientes afectan los rellenos y suelos naturales responsables de la estabilidad del área. El cauce en este sector no presenta evidencia de profundización y su pendiente media la definen las estructuras existentes.

Para el sector 2 se tiene:

Para aumentar la capacidad hidráulica de la quebrada y evitar desbordamientos, sería necesario ampliar su sección hacia los costados, puede ser una sección compuesta, disminuir el coeficiente de rugosidad de las márgenes actualmente revestidas con pasto, para lo cual sería necesario pensar en una canalización del tramo. Complementada con el reemplazo de los pontones vehiculares que represan la quebrada.

No se recomiendan andenes peatonales sobre la orilla de la quebrada a menos que se diseñen a cotas de seguridad, mayores al nivel alcanzado por las aguas teniendo en cuenta sumar el borde libre.

No se recomienda profundizar el cauce sin antes realizar una evaluación a fondo de su consecuencia aguas arriba y aguas abajo.

Para el sector 1:

Hacia aguas arriba, ampliar el cauce lateralmente, si se efectuará en la margen izquierda los materiales son mas competentes pero se corre el riesgo de desestabilizar el talud de mas de 6,0 m de altura, si se realiza en la margen derecha habría necesidad de correr el muro longitudinal.

Si no se modifica la sección de la quebrada, se puede pensar aumentar la altura de la margen derecha, para lo cual se puede construir sobre el muro una estructura vertical que confine la quebrada en niveles máximos. Para garantizar el poder de contención se propone se rellene con material compactado detrás de la nueva estructura.

Para limitar la socavación en el fondo del muro existente se debe proteger su cimentación mediante colocación de enrocado contra la pata del muro o colocación de bolsacretos pequeños. Y para garantizar la estabilidad del muro se debe chequear con los nuevas sobrecargas, al volcamiento y al deslizamiento y efectuar los correctivos necesarios.

Se debe complementar esta acción con limpieza de sedimentos para que el flujo pase lo más rectilíneo posible y no cause socavación a los estribos.

**RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO
TABLA No. 4.1 C**



**DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRITICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDUA Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE
LA QUEBRADA LIMAS
SITIO No 1 Y No 2**

SONDEO	MUESTRA		PROF (m)		Prof. prom.	Espesor (m)		MATERIAL	TIPO DE SUELO	Peso Unitario γ_{nat} (ton/m ³)	CLASIFICACIÓN					LÍMITES			qu Kg/cm ²	usc	SPT, N MEDIDO golpes/pie
	No.	TIPO	Inicial	Final		0.45	1.15				Wn (%)	% No 4 (%)	% No 10 (%)	% No 40 (%)	% T200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)			
S-2 T-8	M11	SS	11.05	11.50	11.28	0.45	11.5	Limo arcillo arenoso café grisáceo	5	1.850	28.4					29.38	14.13	15.25	0.22	CL	20
S-2 P-9	M1	SS	0.05	0.50	0.28	0.45	0.5	Relleno limo arenoso café oscuro con gravas	13	1.970	17.9										6
S-2 P-9	M2	SS	0.55	1.00	0.78	0.45	1.0	Relleno Limo café oscuro negrusco organico	13	2.150	16.3										16
S-2 P-9	M3	SS	1.05	1.50	1.28	0.45	1.5	Relleno Limo café oscuro arcillo arenoso fragmentos de ladrillo	13	1.900	12.5										26
S-2 P-9	M4	SS	1.55	2.00	1.78	0.45	2.0	Relleno arenolimoso habana con intercalaciones café oscuro	13	1.950	15.2										14
S-2 P-9	M5	SS	2.05	2.50	2.28	0.45	2.5	Arenita amarilla oscura con pigmentos blancos	6	2.050	24.1										45
S-2 P-10	M1	SS	0.05	0.50	0.28	0.45	0.5	Relleno arenoso con escobres presencia de raices	1	2.070	21.0										2
S-2 P-10	M2	SS	0.55	1.00	0.78	0.45	1.0	Relleno arenoso con escobres presencia de raices	1	1.950	19.3										6
S-2 P-10	M3	SS	1.05	1.50	1.28	0.45	1.5	Relleno areno limoso amarillento	11	1.960	22.7										6
S-2 P-10	M4	SS	1.55	2.00	1.78	0.45	2.0	Relleno areno limoso amarillento	11	1.960	20.8										6
S-2 P-10	M5	SS	2.05	2.50	2.28	0.45	2.5	Arcilla limo arenosa gris oscura pardusca	41	1.940	23.9										12
S-2 P-10	M6	SS	2.55	3.00	2.78	0.45	3.0	Arcilla limo arenosa gris oscura pardusca	41	1.990	23.7				34.6	17.3	17.4	0.8	CL	20	
S-2 P-10	M7	SS	3.05	3.50	3.28	0.45	3.5	Arena limosa gris pardusca	31	2.080	18.3										30
S-2 P-10	M8	SS	3.55	4.00	3.78	0.45	4.0	Arena limosa pardusca muy fina	31	2.060	15.3										27
S-2 P-10	M9	SS	4.05	4.50	4.28	0.45	4.5	Arena fina pardusca clara muy fina	31	2.050	14.7										31
S-2 P-10	M10	SS	4.55	5.00	4.78	0.45	5.0	Arena fina pardusca clara muy fina	31	2.130	15.3										14
S-2 P-10	M11	SS	5.05	5.50	5.28	0.45	5.5	Arena fina pardusca clara muy fina	31	2.010	16.5										18
S-2 P-10	M12	SS	5.55	6.00	5.78	0.45	6.0	Arcilla muy fina gris claro pardusca	4	2.130	15.5				24	11	13	1.4	CL	8	
S-2 T-11	M1	B	1.00	1.10	1.05	0.10	1.1	Arenisca de grano grueso algo arcillosa con gravas de color amarillento	6	1.890	7.5										
S-2 T-11	M2	B	1.60	1.80	1.70	0.20	1.8	Arcilloлита arenosa gris con pigmentos de oxidación	7						42.9	18.48	24.5	2.25	CL		
S-2 T-11	M3	SS	3.75	4.20	3.98	0.45	4.2	Arena fina algo limosa gris pardusca (Deposito aluvia)	31	1.960	25.2										4
S-2 T-11	M4	SS	4.25	4.70	4.48	0.45	4.7	Arena algo limosa con gravas	3		18.2										51
S-2 P12	M1	SS	1.55	2.00	1.78	0.45	2.0	Arena amarilla media agruesa con gravas redondeadas	3	1.870	110.2										9
S-2 P12	M2	SS	2.05	2.50	2.28	0.45	2.5	Arena gris pardusca media con gravas	31	2.200	21.5										8
S-2 P12	M3	SS	3.05	3.50	3.28	0.45	3.5	Arena gris pardusca media con gravas	31	2.070	13.0										16
S-2 P12	M4	SS	3.55	4.00	3.78	0.45	4.0	Arena fina con intercalacion de arcilla gris rojiza	31	2.150	16.8										44
S-2 P12	M5	SS	4.05	4.50	4.28	0.45	4.5	Arena fina habana arcillosa	2	2.140	22.4				18.6	11.97	6.63	0.3	CL		

PARAMETROS GEOMECANICOS

TABLA 4.2 A

DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRITICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDUA Y VILAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA LIMAS SITIO No 1 Y No 2

SONDEO	MUESTRA		PROF (m)		Prof. prom.	Espesor (m)	MATERIAL	TIPO DE SUELO	Peso Unitario y nat (ton/m³)	Peso Unitario Corregido (ton/m³)	Humedad Wn (%)	SPT N MEDIDO golpes/pie	SPT N C-V golpes/pie	SPT N C-Ef E golpes/pie	σ'v (ton/m²)	τ (ton/m²)	φ' (°)	
	No.	TIPO	Inicial	Final														
S-1 P-1	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,50	Relleno areno limoso café con desechos de construccion	1	2,09	1,639	8,0	8	6	7	0,14	0,11	37,82
S-1 P-1	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,00	Relleno areno limoso café con desechos de construccion	1	1,930	1,514	16,8	14	11	12	0,40	0,37	42,42
S-1 P-1	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,50	Relleno areno limoso café con desechos de construccion	1	1,930	1,514	4,5	16	12	13	0,63	0,59	42,92
S-1 P-1	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,00	Arena fina a media de color amarillo	2	2,07	1,624	9,3	17	13	14	0,89	0,82	42,65
S-1 P-1	M5	SS	2,45	2,90	2,68	0,45	2,90	Arena fina a media de color amarillo	2	2,07	1,624	6,7	4	3	3	1,17	0,62	27,96
S-1 P-1	M6	SS	2,95	3,40	3,18	0,45	3,40	Arena limosa fina con alto contenido de humedad	22	1,930	1,514	26,2	9	7	8	1,43	0,96	33,92
S-1 P-1	M7	SS	3,95	4,30	4,13	0,35	4,30	Arena limosa pardusca con presencia de gravas de arenita	3	2,130	1,671	17,6	15	11	13	1,66	1,34	38,91
S-1 P-1	M8	SS	4,35	4,80	4,58	0,45	4,80	Arcilla areno limosa gris oscura de consistencia firme	41	2,030	1,592	18,8	47	35	39	1,91	2,88	56,46
S-1 P-2	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,50	Relleno areno limoso café claro con escombros	1	2,470	1,937	6,8	6	5	5	0,21	0,14	34,11
S-1 P-2	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,00	Relleno areno limoso café claro con escombros	1	1,970	1,545	13,6	7	5	6	0,54	0,36	33,78
S-1 P-2	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,50	Arena amarilla suelta con presencia de gravas	2	2,070	1,624	6,7	9	7	8	0,81	0,57	35,36
S-1 P-2	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Arena amarilla con vetas blancuzcas	2	2,870	2,251	3,9	36	27	30	1,23	1,67	53,62
S-1 P-2	M5	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Arena fina a media amarilla con vetas café y blancuzcas	2	2,070	1,624	5,1	38	29	32	1,65	2,20	53,09
S-1 P-2	M6	SS	2,90	3,35	3,13	0,45	3,4	Arcilla muy arenosa gris pardusca	31	1,520	1,192	22,5	10	8	8	1,83	1,25	34,24
S-1 P-2	M7	SS	3,40	3,85	3,63	0,45	3,9	Arcilla limosa gris oscura pardusca	31	1,990	1,561	28,1	16	12	13	2,00	1,62	39,01
S-1 P-2	M8	SS	3,90	4,35	4,13	0,45	4,4	Arcilla algo arenosa gris pardusca de consistencia firme	31	1,500	1,176	28,9	25	19	21	2,17	2,14	44,65
S-1 P-2	M9	SS	4,40	4,85	4,63	0,45	4,9	Arcilla habana oscura oxidada	4	2,170	1,702	31,7	16	12	13	2,37	1,88	38,39
S-1 P-2	M10	SS	4,90	5,35	5,13	0,45	5,4	Arcilla habana oscura oxidada	4	1,680	1,318	15,9	33	25	28	2,60	2,89	48,09
S-1 P-2	M11	SS	5,40	5,85	5,63	0,45	5,9	Arcilla habana oscura oxidada	4	1,970	1,545	22,2	28	21	23	2,79	2,80	45,12
S-1 P-3	M1	SS	0,35	0,80	0,58	0,45	0,8	Relleno arenoso amarillo con gravas	13	1,950	1,529	14,0	10	8	8	0,12	0,10	40,91
S-1 P-3	M2	SS	0,85	1,30	1,08	0,45	1,3	Limo arenoso café claro	5	1,870	1,467	24,2	10	8	8	0,34	0,27	38,56
S-1 P-3	M3	SS	1,35	1,80	1,58	0,45	1,8	Limo arcilloso café oscuro arenoso	5	1,850	1,451	27,7	7	5	6	0,55	0,37	33,76
S-1 P-3	M4	SS	1,85	2,30	2,08	0,45	2,3	Limo arenoso arcilloso café grisaceo oscuro	5	1,850	1,451	23,9	8	6	7	0,75	0,51	34,36
S-1 P-3	M7	SS	4,75	5,20	4,98	0,45	5,2	Arena limosa muy fina gris oscura	21	1,940	1,522	21,8	16	12	13	0,97	0,86	41,54
S-1 P-3	M8	SS	5,25	5,70	5,48	0,45	5,7	Arena limosa muy fina gris oscura	21	1,940	1,522	19,8	10	8	8	1,21	0,86	35,41
S-1 P-3	M9	SS	5,75	6,05	5,90	0,30	6,1	Arena de grano mas grueso con presencia de pequeñas gravas	3	2,090	1,639	17,5	42	32	35	1,42	2,10	55,91
S-1 P-4	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,5	Relleno areno limoso con escombros de construccion	1	1,930	1,514	13,2	6	5	5	0,12	0,08	35,12
S-1 P-4	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,0	Relleno areno limoso con escombros de construccion	1	1,930	1,514	15,6	6	5	5	0,35	0,23	33,23
S-1 P-4	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,5	Relleno areno limoso con escombros de construccion	1	1,930	1,514	17,2	14	11	12	0,58	0,51	41,39
S-1 P-4	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Limo areno café oscuro	5	1,850	1,451	16,4	19	14	16	0,80	0,79	44,64
S-1 P-4	M5	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Limo arenoso café oscuro con pequeñas gravas de arcilla friable	5	1,850	1,451	14,9	33	25	28	1,00	1,32	52,99
S-1 P-4	M6	SS	2,55	2,70	2,63	0,15	2,7	Arenita limosa habana con pigmentos blancos	6	1,890	1,482	13,8	50	38	42	1,14	2,05	60,99
S-2 T-1	M2	SS	4,75	5,20	4,98	0,45	5,2	Arena limosa gris pardusca fina	31	1,860	1,459	21,4	2	2	2	0,10	0,05	26,72
S-2 T-1	M3	SS	5,25	5,70	5,48	0,45	5,7	Arena limosa gris pardusca fina intercalaciones de limo arcilloso	31	1,770	1,388	34,9	8	6	7	0,29	0,22	36,39
S-2 T-1	M4	SS	5,75	6,20	5,98	0,45	6,2	Arenita friable con gravas y fragmentos de arenisca en matriz arcillosa	6	1,890	1,482	6,6	64	48	53	0,49	1,55	72,45
S-2 T-2	M3	SS	4,95	5,40	5,18	0,45	5,4	Arena limosa pardusca fina	31	2,020	1,584	20,2	6	5	5	0,13	0,09	34,91
S-2 T-2	M4	SS	5,45	5,90	5,68	0,45	5,9	Arena limosa con gravas angulares de arenita friable	3	2,170	1,702	11,6	18	14	15	0,42	0,44	45,96
S-2 T-2	M5	SS	5,95	6,40	6,18	0,45	6,4	Arena limosa gris un poco mas compacta con presencia de gravas	3	2,110	1,655	18,4	20	15	17	0,73	0,75	45,74
S-2 T-2	M6	SS	6,45	6,90	6,68	0,45	6,9	arena fina habana limo arcillosa	21	1,940	1,522	18,2	22	17	18	0,99	1,03	46,04
S-2 T-2	M7	SS	6,95	7,40	7,18	0,45	7,4	Arena fina limosa muy saturada suelta	22	1,910	1,498	16,0	6	5	5	1,22	0,73	30,78
S-2 T-2	M8	SS	7,45	7,90	7,68	0,45	7,9	Arena fina limosa muy saturada suelta	22	1,910	1,498	19,7	6	5	5	1,44	0,85	30,42
S-2 T-2	M9	SS	7,95	8,40	8,18	0,45	8,4	Arena fina limosa gris pardusca	31	2,050	1,608	24,3	10	8	8	1,69	1,16	34,47
S-2 T-2	M10	SS	9,05	9,50	9,28	0,45	9,5	Arena fina limosa gris pardusca	31	2,000	1,569	19,5	6	5	5	1,96	1,12	29,76
S-2 T-2	M11	SS	9,55	10,00	9,78	0,45	10,0	Arena algo limosa fina un poco mas densa	32	2,050	1,608	24,3	6	5	5	2,22	1,26	29,47
S-2 T-2	M12	SS	10,05	10,50	10,28	0,45	10,5	Arena algo limosa fina un poco mas densa	32	2,050	1,608	24,3	14	11	12	2,50	1,86	36,70
S-2 T-3	M1	SS	1,80	2,25	2,03	0,45	2,3	Arena fina algo limosa saturada gris	21	1,880	1,475	28,4	4	3	3	0,11	0,07	31,54
S-2 T-3	M2	SS	2,30	2,75	2,53	0,45	2,8	Arena fina gris pardusca algo limo	31	1,850	1,451	30,3	4	3	3	0,32	0,18	30,03
S-2 T-3	M3	SS	2,80	3,25	3,03	0,45	3,3	Limo arcillo arenoso gris pardusco	5	2,010	1,576	25,4	8	6	7	0,55	0,38	35,07

PARAMETROS GEOMECANICOS

TABLA 4.2 B

DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRITICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDUA Y VILAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA LIMAS SITIO No 1 Y No 2

SONDEO	MUESTRA		PROF (m)		Prof. prom.	Espesor (m)	MATERIAL	TIPO DE SUELO	Peso Unitario y nat (ton/m ³)	Peso Unitario Corregido (ton/m ³)	Humedad Wn (%)	SPT N MEDIDO golpes/pie	SPT N C-V golpes/pie	SPT N C-Ef E golpes/pie	σ'v (ton/m ²)	τ (ton/m ²)	φ' (°)	
	No.	TIPO	Inicial	Final														
S-2-T-3	M4	SS	3,30	3,75	3,53	0,45	3,8	Arena fina gris con vetas amarillas	21	1,940	1,522	24,1	6	5	5	0,79	0,49	31,66
S-2-T-3	M5	SS	3,80	4,25	4,03	0,45	4,3	Arena fina gris con vetas amarillas	21	2,010	1,576	22,6	6	5	5	1,04	0,63	31,11
S-2-T-3	M6	SS	4,30	4,55	4,43	0,25	4,6	Arena fina gris con vetas amarillas	21	2,090	1,639	12,3	40	30	33	1,25	1,83	55,62
S-2-P-4	M1	SS	0,10	0,55	0,33	0,45	0,6	Arena amarilla y habana suelta	2	1,790	1,404	20,8	2	2	2	0,09	0,05	26,84
S-2-P-4	M2	SS	0,60	1,05	0,83	0,45	1,1	Arena arcillosa habana oscuro con limo arenoso pardusco	31	1,700	1,333	47,2	2	2	2	0,26	0,12	25,83
S-2-P-4	M3	SS	1,10	1,55	1,33	0,45	1,6	Arena media a gruesa con gravas de arenita friable gris	6	1,890	1,482	62,5	25	19	21	0,44	0,55	51,31
S-2-P-4	M4	SS	1,60	2,05	1,83	0,45	2,1	Arena media a gruesa con gravas de arenita friable gris	6	1,890	1,482	12,8	27	20	23	0,66	0,82	51,12
S-2-P-4	M5	SS	2,10	2,55	2,33	0,45	2,6	Arenita fina limosa muy saturada suelta gris pardusca con presencia de gravas	3	2,090	1,639	15,7	10	8	8	0,91	0,66	36,15
S-2-P-4	M6	SS	2,60	3,05	2,83	0,45	3,1	Arenita fina limosa muy saturada suelta gris pardusca con presencia de gravas	3	2,090	1,639	14,3	11	8	9	1,20	0,88	36,42
S-2-P-4	M7	SS	3,10	3,55	3,33	0,45	3,6	Arena media algo limosa con gravas de arenita friable	3	2,090	1,639	13,5	21	16	18	1,49	1,42	43,75
S-2-P-4	M8	SS	3,60	4,05	3,83	0,45	4,1	Arena media algo limosa con gravas de arenita friable	3	2,090	1,639	19,0	29	22	24	1,77	1,96	47,93
S-2-P-4	M9	SS	4,10	4,55	4,33	0,45	4,6	Arcilla limosa de consistencia media a firme	7	1,990	1,561	26,6	23	17	19	2,04	1,95	43,71
S-2-P-5	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,5	Capa de pasto	0	2,030	1,592	17,4	12	9	10	0,13	0,12	43,13
S-2-P-5	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,0	Relleno areno limoso con intercalaciones de arcilla arenosa habana DC	11	1,970	1,545	9,1	17	13	14	0,39	0,39	45,33
S-2-P-5	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,5	Relleno areno limoso con intercalaciones de arcilla arenosa habana DC	11	1,970	1,545	7,6	28	21	23	0,63	0,81	51,94
S-2-P-5	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Relleno areno limoso con intercalaciones de arcilla arenosa habana DC	11	1,930	1,514	9,1	32	24	27	0,87	1,16	53,03
S-2-P-5	M5	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Relleno areno limoso con intercalaciones de arcilla arenosa habana DC	11	1,970	1,545	13,0	42	32	35	1,11	1,73	57,27
S-2-P-5	M6	SS	2,55	3,00	2,78	0,45	3,0	Relleno areno limoso con intercalaciones de arcilla arenosa habana DC	11	2,130	1,671	13,8	42	32	35	1,38	2,06	56,05
S-2-P-5	M7	SS	3,05	3,50	3,28	0,45	3,5	Limo arenoso café claro con gravas	5	2,070	1,624	12,6	32	24	27	1,68	1,99	49,88
S-2-P-5	M8	SS	3,55	4,00	3,78	0,45	4,0	Arena limosa café amarillenta con gravas	3	2,090	1,639	14,3	30	23	25	1,96	2,18	48,00
S-2-P-5	M9	SS	4,05	4,45	4,25	0,40	4,5	Arenita friable amarilla de grano grueso	6	2,450	1,922	2,9	45	34	38	2,29	3,20	54,45
S-2-P-6	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,5	Limo arenoso café oscura con presencia de gravas angulares de arenita friable	11	1,910	1,498	12,6	6	5	5	0,11	0,08	35,17
S-2-P-6	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,0	Relleno limo café con gravas	13	1,950	1,529	10,9	8	6	7	0,34	0,25	36,07
S-2-P-6	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,5	Relleno limo café con gravas	13	2,110	1,655	11,2	34	26	28	0,61	0,90	55,88
S-2-P-6	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Arena limosa habana con pequeñas gravas angulares	12	2,010	1,576	13,5	42	32	35	0,89	1,45	58,49
S-2-P-6	M5	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Arena limosa habana con pequeñas gravas angulares	12	1,980	1,553	13,8	21	16	18	1,14	1,13	44,79
S-2-P-6	M6	SS	2,55	3,00	2,78	0,45	3,0	Relleno de arena limosa habana con pequeñas gravas angulares	12	2,020	1,584	11,4	10	8	8	1,40	0,98	35,01
S-2-P-6	M7	SS	3,05	3,50	3,28	0,45	3,5	Arena fina gris pardusca alto contenido de humedad	31	2,000	1,569	17,1	6	5	5	1,66	0,96	30,13
S-2-P-6	M8	SS	3,55	4,00	3,78	0,45	4,0	Arena arcillosa habana amarillenta	41	2,080	1,631	18,3	14	11	12	1,93	1,48	37,60
S-2-P-6	M9	SS	4,05	4,50	4,28	0,45	4,5	Arcilla arenosa habana limosa café oscuro	41	1,840	1,443	23,9	9	7	8	2,17	1,40	32,79
S-2-P-6	M10	SS	4,55	5,00	4,78	0,45	5,0	Arcilla arenosa habana limosa café oscuro	41	1,940	1,522	23,9	2	2	2	2,39	1,03	23,26
S-2-P-6	M11	SS	6,35	6,80	6,58	0,45	6,8	Arenita habana friable grano medio	6	1,890	1,482	11,2	50	38	42	2,61	3,83	55,70
S-2-T-7	M1	SS	2,35	2,70	2,53	0,35	2,7	Arena media a gruesa	3	2,090	1,639	18,2	7	5	6	0,11	0,08	36,79
S-2-T-7	M2	SS	2,75	3,05	2,90	0,30	3,1	Arena media gruesa con presencia de gravas redondeadas y bolos	3	2,090	1,639	12,4	53	40	44	0,32	0,86	69,61
S-2-T-8	M2	SS	6,55	7,00	6,78	0,45	7,0	Arena limosa fina suelta	31	2,110	1,655	18,7	2	2	2	0,15	0,07	26,39
S-2-T-8	M3	SS	7,05	7,50	7,28	0,45	7,5	Limo arcilloso café rojizo	5	1,920	1,506	16,5	8	6	7	0,41	0,29	35,70
S-2-T-8	M4	SS	7,55	8,00	7,78	0,45	8,0	Limo arcilloso café rojizo	5	2,160	1,694	16,3	14	11	12	0,68	0,59	40,92
S-2-T-8	M5	SS	8,05	8,50	8,28	0,45	8,5	Arena fina limosa	22	2,140	1,678	13,0	14	11	12	0,99	0,82	39,78
S-2-T-8	M6	SS	8,55	9,00	8,78	0,45	9,0	Arena fina limosa	22	2,040	1,600	21,2	12	9	10	1,28	0,97	37,19
S-2-T-8	M7	SS	9,05	9,50	9,28	0,45	9,5	Arena fina gris oscura limosa con pigmentos blancos	21	2,140	1,678	15,7	8	6	7	1,56	1,00	32,61
S-2-T-8	M8	SS	9,55	10,00	9,78	0,45	10,0	Limo arenoso café grisáceo oscuro	5	1,830	1,435	35,3	6	5	5	1,81	1,04	29,93
S-2-T-8	M9	SS	10,05	10,50	10,28	0,45	10,5	Limo arcillo arenoso café grisáceo	5	2,120	1,663	15,5	12	9	10	2,06	1,48	35,71
S-2-T-8	M10	SS	10,55	11,00	10,78	0,45	11,0	Limo arcillo arenoso café grisáceo	5	1,890	1,482	23,0	18	14	15	2,32	1,94	39,90
S-2-T-8	M11	SS	11,05	11,50	11,28	0,45	11,5	Limo arcillo arenoso café grisáceo	5	1,850	1,451	28,4	20	15	17	2,53	2,19	40,88
S-2-P-9	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,5	Relleno limo arenoso café oscuro con gravas	13	1,970	1,545	17,9	6	5	5	0,12	0,09	35,03
S-2-P-9	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,0	Relleno Limo café oscuro negrusco organico	13	2,150	1,686	16,3	16	12	13	0,40	0,39	44,34
S-2-P-9	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,5	Relleno Limo café oscuro arcillo arenoso fragmentos de ladrillo	13	1,900	1,490	12,5	26	20	22	0,66	0,80	50,41
S-2-P-9	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Relleno arenolimoso habana con intercalaciones café oscuro	13	1,950	1,529	15,2	14	11	12	0,89	0,75	40,08

PARAMETROS GEOMECANICOS

TABLA 4.2 C

DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRITICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDUA Y VILAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA LIMAS
SITIO No 1 Y No 2

SONDEO	MUESTRA		PROF (m)		Prof. prom.	Espesor (m)	MATERIAL	TIPO DE SUELO	Peso Unitario y nat (ton/m ³)	Peso Unitario Corregido (ton/m ³)	Humedad Wn (%)	SPT N MEDIDO golpes/pie	SPT N C-V golpes/pie	SPT N C-Ef E golpes/pie	$\sigma'v$ (ton/m ²)	τ (ton/m ²)	ϕ (°) Estimado	
	No.	TIPO	Inicial	Final														
S-2 P-9	M5	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Arenita amarilla oscura con pigmentos blancos	6	2,050	1,608	24,1	45	34	38	1,15	1,88	58,56
S-2 P-10	M1	SS	0,05	0,50	0,28	0,45	0,5	Relleno arenoso con escobres presencia de raices	1	2,070	1,624	21,0	2	2	2	0,14	0,07	26,43
S-2 P-10	M2	SS	0,55	1,00	0,78	0,45	1,0	Relleno arenoso con escobres presencia de raices	1	1,950	1,529	19,3	6	5	5	0,40	0,26	32,97
S-2 P-10	M3	SS	1,05	1,50	1,28	0,45	1,5	Relleno areno limoso amarillento	11	1,960	1,537	22,7	6	5	5	0,64	0,40	32,08
S-2 P-10	M4	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Relleno areno limoso amarillento	11	1,960	1,537	20,8	6	5	5	0,88	0,54	31,45
S-2 P-10	M5	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Arcilla limo arenosa gris oscura pardusca	41	1,940	1,522	23,9	12	9	10	1,12	0,86	37,57
S-2 P-10	M6	SS	2,55	3,00	2,78	0,45	3,0	Arcilla limo arenosa gris oscura pardusca	41	1,990	1,561	23,7	20	15	17	1,36	1,29	43,39
S-2 P-10	M7	SS	3,05	3,50	3,28	0,45	3,5	Arena limosa gris pardusca	31	2,080	1,631	18,3	30	23	25	1,63	1,87	48,90
S-2 P-10	M8	SS	3,55	4,00	3,78	0,45	4,0	Arena limosa pardusca muy fina	31	2,060	1,616	15,3	27	20	23	1,91	2,01	46,42
S-2 P-10	M9	SS	4,05	4,50	4,28	0,45	4,5	Arena fina pardusca clara muy fina	31	2,050	1,608	14,7	31	23	26	2,19	2,43	47,98
S-2 P-10	M10	SS	4,55	5,00	4,78	0,45	5,0	Arena fina pardusca clara muy fina	31	2,130	1,671	15,3	14	11	12	2,48	1,85	36,73
S-2 P-10	M11	SS	5,05	5,50	5,28	0,45	5,5	Arena fina pardusca clara muy fina	31	2,010	1,576	16,5	18	14	15	2,76	2,25	39,20
S-2 P-10	M12	SS	5,55	6,00	5,78	0,45	6,0	Arcilla muy fina gris claro pardusca	4	2,130	1,671	15,5	8	6	7	3,04	1,81	30,87
S-2 T-11	M3	SS	3,75	4,20	3,98	0,45	4,2	Arena fina algo limosa gris pardusca (Deposito aluvia)	31	1,960	1,537	25,2	4	3	3	0,12	0,07	31,37
S-2 T-11	M4	SS	4,25	4,70	4,48	0,45	4,7	Arena algo limosa con gravas	3	2,090	1,639	18,2	51	38	43	0,39	0,93	67,58
S-2 P12	M1	SS	1,55	2,00	1,78	0,45	2,0	Arena amarilla media agruesa con gravas redondeadas	3	1,870	1,467	110,2	9	7	8	0,11	0,09	39,84
S-2 P12	M2	SS	2,05	2,50	2,28	0,45	2,5	Arena gris pardusca media con gravas	31	2,200	1,725	21,5	8	6	7	0,37	0,27	35,89
S-2 P12	M3	SS	3,05	3,50	3,28	0,45	3,5	Arena gris pardusca media con gravas	31	2,070	1,624	13,0	16	12	13	0,68	0,62	42,72
S-2 P12	M4	SS	3,55	4,00	3,78	0,45	4,0	Arena fina con intercalacion de arcilla gris rojiza	31	2,150	1,686	16,8	44	33	37	0,97	1,62	59,01

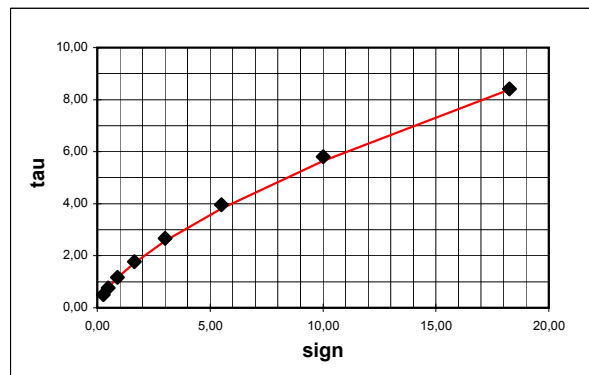
TABLA No. 4,3
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE HOEK-BROWN
Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

ADAPTADO DE HOEK, 1994

DATOS: GSI = 35 sigci (Mpa) = 23,75 mi= 11 Areniscas + arcillas
Ktgi ac

RESULTADOS

mb/mi = 0,10
mb = 1,079
s = 0,00073
a = 0,50
sigt= -0,016
A= 1,2
B= 0,66
E = 2055



Ángulo de fricción y cohesión para diferentes esfuerzos normales :

sn = 0,2 MPa
t = 0,41 MPa
f = 54,8 degrees
c = 0,1248 MPa

sn = 1 MPa
t = 1,23 MPa
f = 39,3 degrees
c = 0,4129 MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0,09	1,76	8,67	0,27	0,25	0,51	-0,60	-0,29	0,18	0,36	0,52
0,19	2,46	6,64	0,48	0,47	0,77	-0,33	-0,12	0,04	0,11	0,77
0,37	3,52	5,07	0,89	0,87	1,17	-0,06	0,07	0,00	0,00	1,15
0,74	5,15	3,91	1,64	1,62	1,78	0,21	0,25	0,05	0,04	1,72
1,48	7,69	3,07	3,01	2,99	2,67	0,48	0,43	0,20	0,23	2,56
2,97	11,72	2,47	5,49	5,48	3,96	0,74	0,60	0,44	0,55	3,81
5,94	18,29	2,04	10,00	9,99	5,81	1,00	0,76	0,76	1,00	5,65
11,88	29,34	1,73	18,26	18,24	8,41	1,26	0,92	1,17	1,59	8,39
Sums =						2,69	2,62	2,84	3,88	



DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 2

TABLA 4,4

PERFIL 3

Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno limo arenosa	11A
2. Acilla arenosa	41
3. Arena limosa gris parduzca	41
4. Limo arcilloso	2A
5. Arena gris	31A
6. Arenita	21A

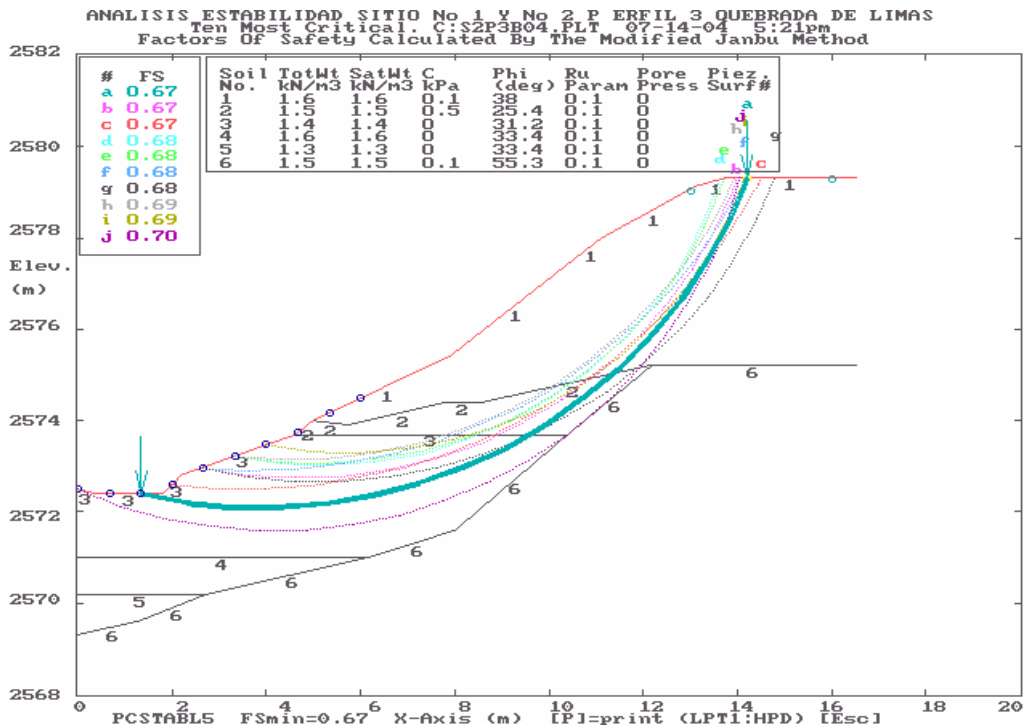
ru	0,1
Ah	0.24 g

ARCHIVO	ϕ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS
S2P3A01 .SI	X	X	NO	NO	1,41
S2P3A02 .SI	X	X	SI	NO	1,25
S2P3A03 .SI	X	X	NO	SI	0,87
S2P3A04 .SI	X	X	SI	SI	0,76
S2P3B01 .SI	X	X	NO	NO	1,24
S2P3B02 .SI	X	X	SI	NO	1,08
S2P3B03 .SI	X	X	NO	SI	0,78
S2P3B04 .SI	X	X	SI	SI	0,67
S2P3C01 .SI	X	X	NO	NO	1,61
S2P3C02 .SI	X	X	SI	NO	1,42
S2P3C03 .SI	X	X	NO	SI	1,03
S2P3C04 .SI	X	X	SI	SI	0,90

FALLA LOCAL

FALLA GENERAL

FALLA DE CORONA





DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 2
TABLA 4,6 A**

PERFIL 9

Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno areno limoso	13 *
2. Relleno areno limoso	1
3. Arenita	6
4. Arcilla	
5. Arena	31
6. Limo arcilloso	5A
7. Arena fina	21A
8. Limo arcilloarenoso	41

ru	0,1
Ah	0.24 g

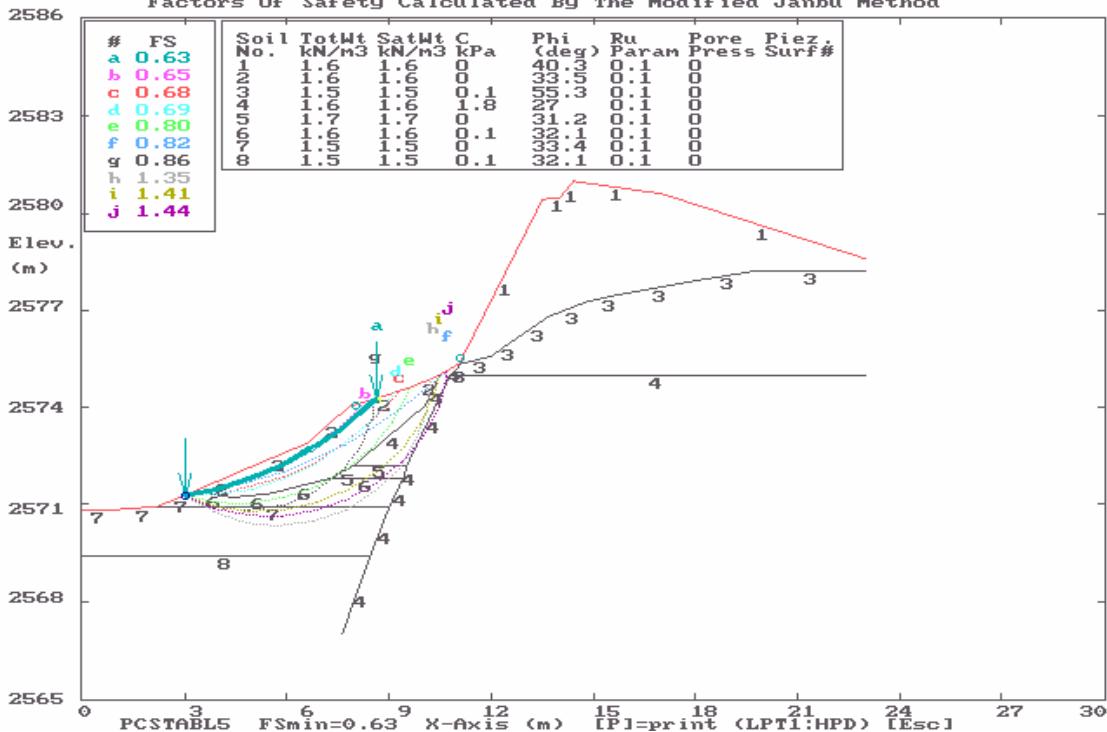
ARCHIVO	ϕ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS
S2P9A01 .SI	X	X	NO	NO	1,00
S2P9A02 .SI	X	X	SI	NO	0,85
S2P9A03 .SI	X	X	NO	SI	0,74
S2P9A04 .SI	X	X	SI	SI	0,63
S2P9B01 .SI	X	X	NO	NO	0,99
S2P9B02 .SI	X	X	SI	NO	0,83
S2P9B03 .SI	X	X	NO	SI	0,66
S2P9B04 .SI	X	X	SI	SI	0,53
S2P9H01 .SI	X	X	NO	NO	0,66
S2P9H02 .SI	X	X	SI	NO	0,48
S2P9H03 .SI	X	X	NO	SI	0,39
S2P9H04 .SI	X	X	SI	SI	0,25

FALLA LOCAL

FALLA GENERAL

FALLA DE CORONA

**ANALISIS ESTABILIDAD SITIO No 1 y No 2 P ERFIL 15 QUEBRADA DE LIMAS
Ten Most Critical. C:\SIP9A04.PLT 07-16-04 1:28pm
Factors Of Safety Calculated By The Modified Janbu Method**





DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 2
TABLA 4,6 B**

PERFIL 9

Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno areno limoso	11A *
2. Relleno areno limoso	1
3. Arenita	6
4. Arcilla	
5. Arena	31
6. Limo arcilloso	5A
7. Arena fina	21A
8. Limo arcilloarenoso	41

ru	0,1
Ah	0.24 g

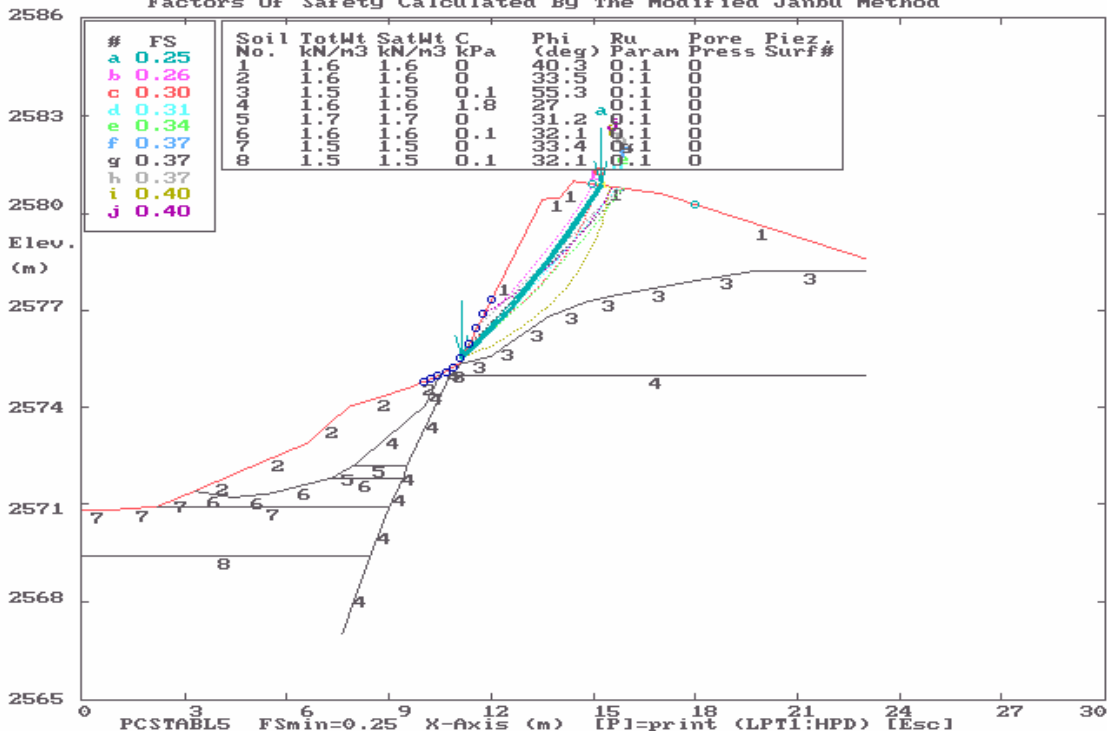
ARCHIVO	ϕ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS
S2P9A01 .SI	X	X	NO	NO	1,00
S2P9A02 .SI	X	X	SI	NO	0,85
S2P9A03 .SI	X	X	NO	SI	0,74
S2P9A04 .SI	X	X	SI	SI	0,63
S2P9B01 .SI	X	X	NO	NO	0,99
S2P9B02 .SI	X	X	SI	NO	0,83
S2P9B03 .SI	X	X	NO	SI	0,66
S2P9B04 .SI	X	X	SI	SI	0,53
S2P9H01 .SI	X	X	NO	NO	0,66
S2P9H02 .SI	X	X	SI	NO	0,48
S2P9H03 .SI	X	X	NO	SI	0,39
S2P9H04 .SI	X	X	SI	SI	0,25

FALLA LOCAL

FALLA GENERAL

FALLA DE CORONA

**ANALISIS ESTABILIDAD SITIO No 1 y No 2 P ERFIL 15 QUEBRADA DE LIMAS
Ten Most Critical. C:SIP9H04.PLT 07-16-04 6:31pm
Factors Of Safety Calculated By The Modified Janbu Method**



DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

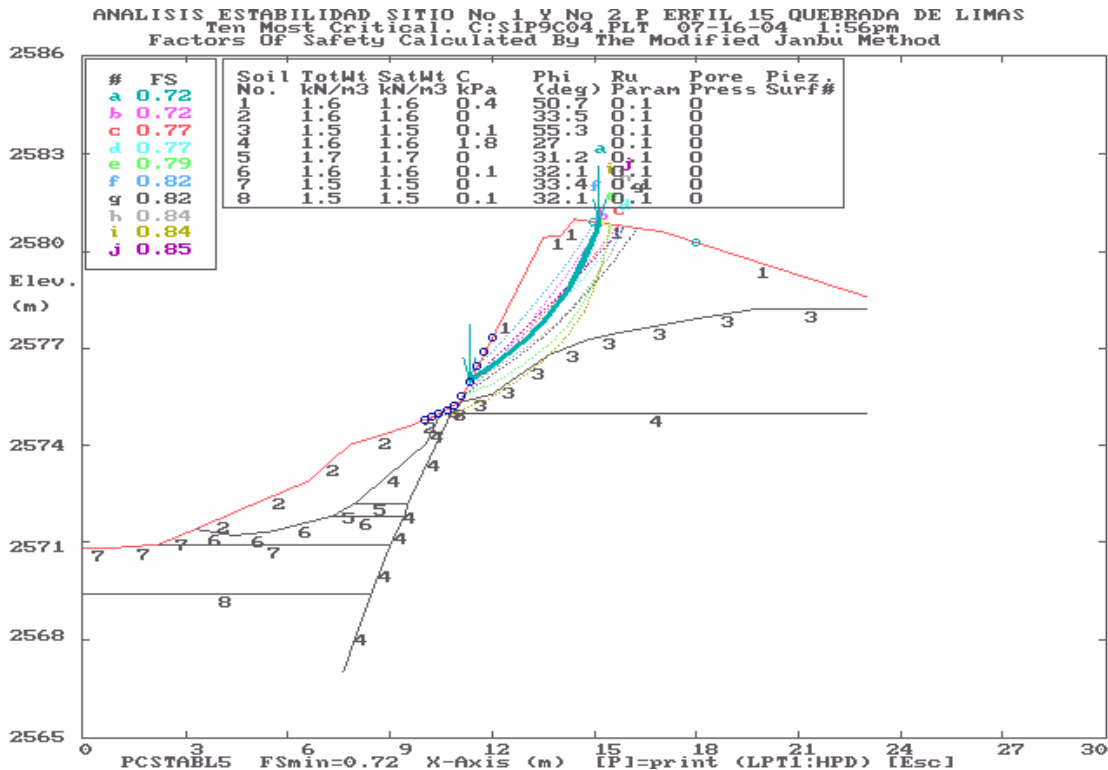
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 2
TABLA 4,6 C**

PERFIL 9

Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno areno limoso	11A *
2. Relleno areno limoso	1
3. Arenita	6
4. Arcilla	
5. Arena	31
6. Limo arcilloso	5A
7. Arena fina	21A
8. Limo arcilloarenoso	41

Ah	0.24 g
----	--------

	ARCHIVO	φ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS	
						ru=0.1	ru= 0.2
FALLA LOCAL	S2P9A01 .SI	X	X	NO	NO	1,00	1,00
	S2P9A02 .SI	X	X	SI	NO	0,85	0,85
	S2P9A03 .SI	X	X	NO	SI	0,74	0,74
	S2P9A04 .SI	X	X	SI	SI	0,63	0,63
FALLA GENERAL	S2P9D01 .SI	X	X	NO	NO	1,44	1,44
	S2P9D02 .SI	X	X	SI	NO	1,22	1,06
	S2P9D03 .SI	X	X	NO	SI	0,95	0,95
	S2P9D04 .SI	X	X	SI	SI	0,53	0,67
FALLA DE CORONA	S2P9C01 .SI	X	X	NO	NO	1,40	1,4
	S2P9C02 .SI	X	X	SI	NO	1,14	0,89
	S2P9C03 .SI	X	X	NO	SI	0,93	0,93
	S2P9C04 .SI	X	X	SI	SI	0,72	0,51



DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 2

TABLA 4,7

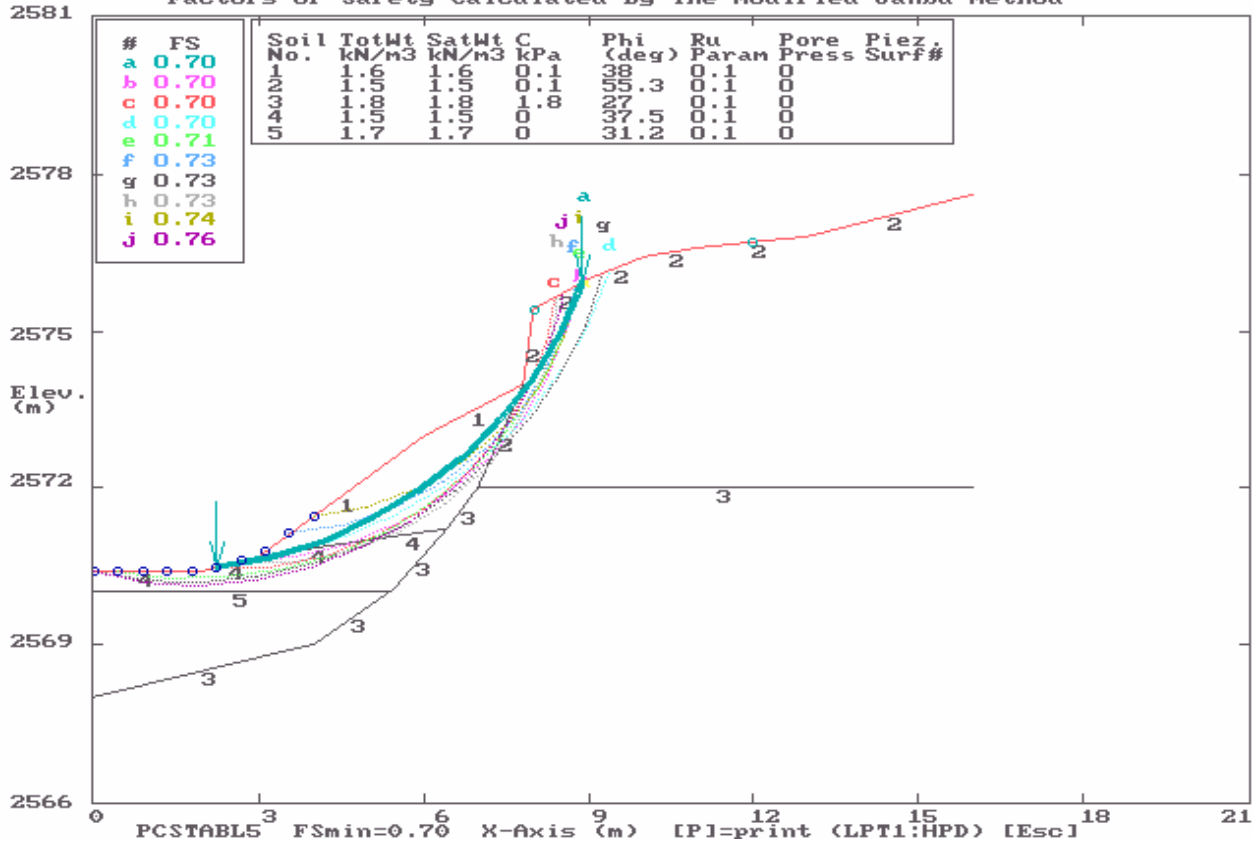
PERFIL 12

Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno limo arenoso	11
2. Arenita	31A
3. Arcilla	41
4. Arena amarilla	2A
5. Arena gris parduzca	31A

ru	0,1
Ah	0.24 g

ARCHIVO	ϕ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS	
S2P12A01 .SI	X	X	NO	NO	1,32	FALLA LOCAL
S2P12A02 .SI	X	X	SI	NO	1,12	
S2P12A03 .SI	X	X	NO	SI	0,85	
S2P12A04 .SI	X	X	SI	SI	0,70	
S2P12B01 .SI	X	X	NO	NO	1,81	FALLA GENERAL
S2P12B02 .SI	X	X	SI	NO	1,60	
S2P12B03 .SI	X	X	NO	SI	1,14	
S2P12B04 .SI	X	X	SI	SI	0,97	
S2P12C01 .SI	X	X	NO	NO	1,48	FALLA DE CORONA
S2P12C02 .SI	X	X	SI	NO	1,25	
S2P12C03 .SI	X	X	NO	SI	0,96	
S2P12C04 .SI	X	X	SI	SI	0,62	

ANALISIS ESTABILIDAD SITIO No 1 Y No 2 P ERFIL 12 QUEBRADA DE LIMAS
 Ten Most Critical. C:S2P12A04.PLT 07-15-04 6:24pm
 Factors Of Safety Calculated By The Modified Janbu Method





DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 1
TABLA 4,8**

PERFIL 15

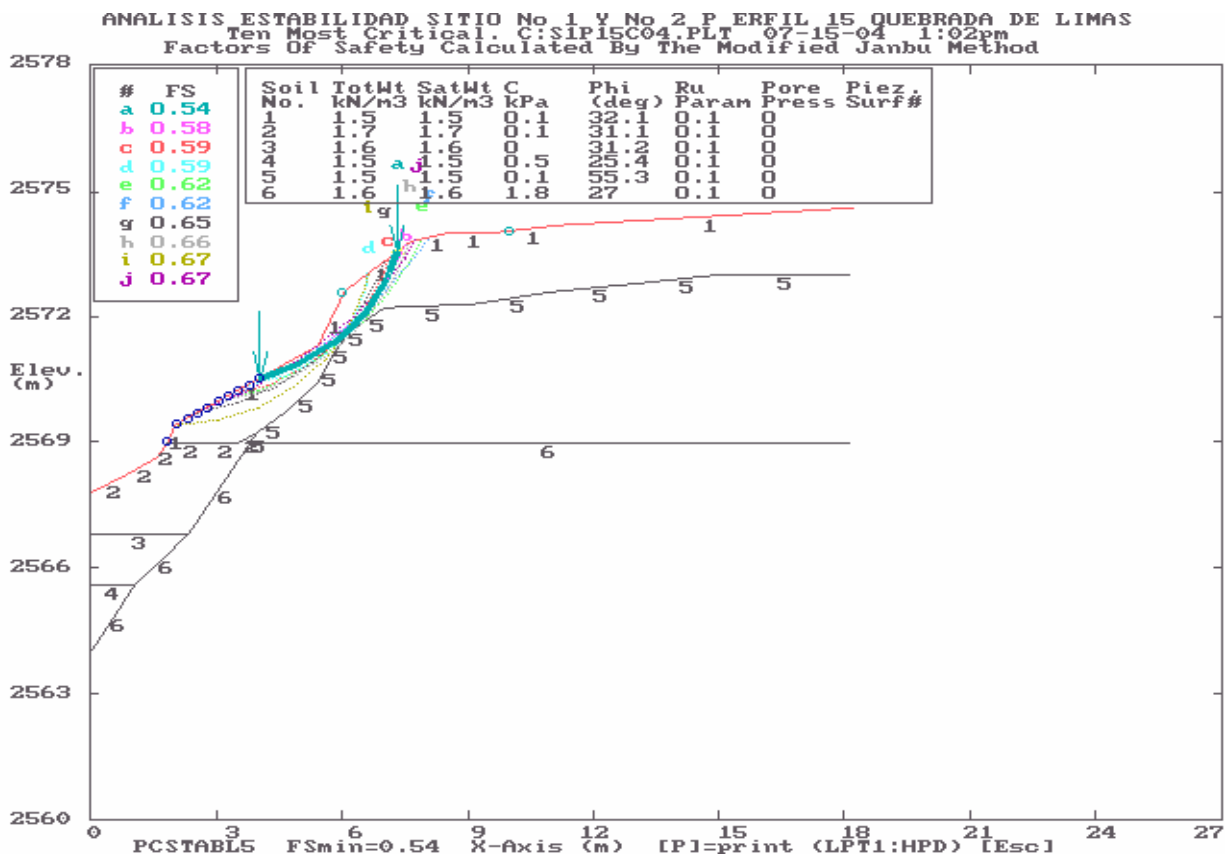
Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno limo arenoso	5
2. Arena amarilla	2
3. Arcilla areno limosa	31
4. Arcilla habana	41
5. Arenita	6
6. Arcilla	

ru	0,1
Ah	0.24 g

ARCHIVO	ϕ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS
S1P15A01 .SI	X	X	NO	NO	1,10
S1P15A02 .SI	X	X	SI	NO	0,97
S1P15A03 .SI	X	X	NO	SI	0,75
S1P15A04 .SI	X	X	SI	SI	0,64
S1P15C01 .SI	X	X	NO	NO	0,97
S1P15C02 .SI	X	X	SI	NO	0,81
S1P15C03 .SI	X	X	NO	SI	0,65
S1P15C04 .SI	X	X	SI	SI	0,54

FALLA LOCAL

FALLA DE CORONA



DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES PARÁMETROS PROMEDIOS SECTOR No 2

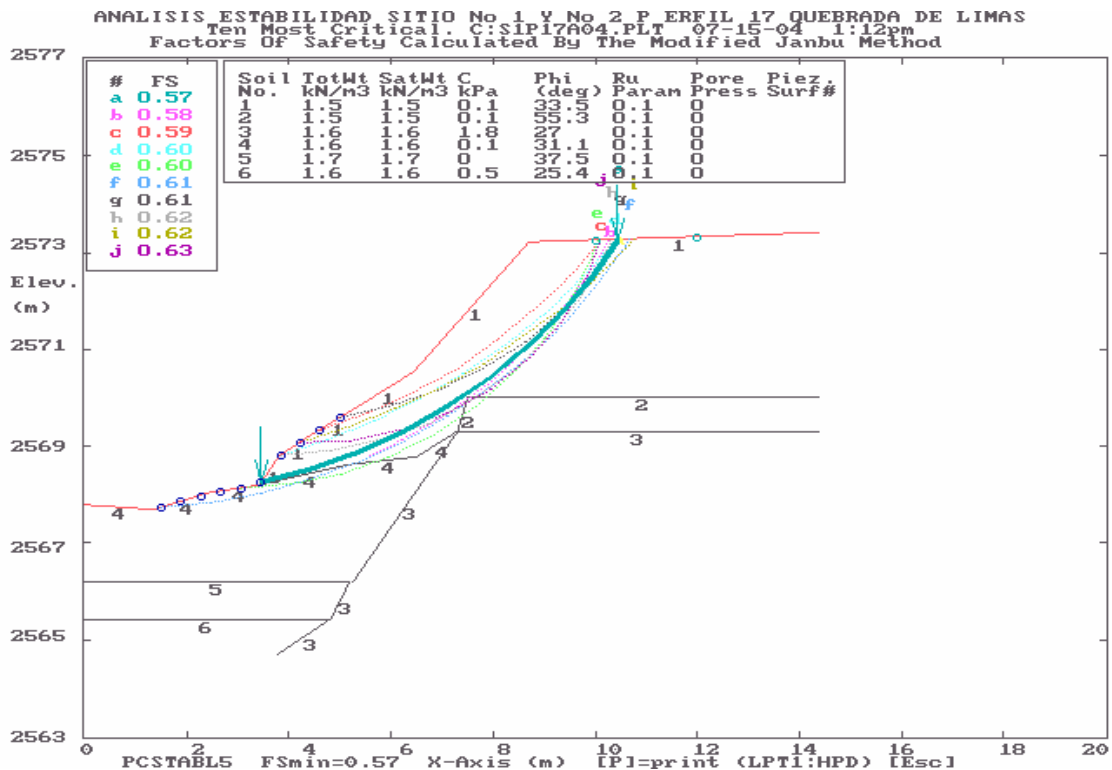
TABLA 4.9

PERFIL 17

Materiales	Tipo de suelo
1. Relleno areno limoso	1 *
2. Arenita limosa	6
3. Arcilla	
4. Arena fina	2A
5. Arena limosa	3A
6. Arcilla areno limosa	41

ru	0,1
Ah	0.24 g

ARCHIVO	ϕ' Promedio	c' Promedio	Agua	Sismo	FS	
S2P17A01 .SI	X	X	NO	NO	1,05	
S2P17A02 .SI	X	X	SI	NO	0,90	FALLA LOCAL
S2P17A03 .SI	X	X	NO	SI	0,68	
S2P17A04 .SI	X	X	SI	SI	0,57	
S2P17E01 .SI	X	X	NO	NO	1,11	
S2P17E02 .SI	X	X	SI	NO	0,95	FALLA DE LOCAL 2
S2P17E03 .SI	X	X	NO	SI	0,74	
S2P17E04 .SI	X	X	SI	SI	0,62	
S2P17B01 .SI	X	X	NO	NO	1,27	
S2P17B02 .SI	X	X	SI	NO	1,12	FALLA GENERAL
S2P17B03 .SI	X	X	NO	SI	0,79	
S2P17B04 .SI	X	X	SI	SI	0,69	
S2P17C01 .SI	X	X	NO	NO	1,33	
S2P17C02 .SI	X	X	SI	NO	1,17	FALLA DE CORONA 1
S2P17C03 .SI	X	X	NO	SI	0,83	
S2P17C04 .SI	X	X	SI	SI	0,72	
S2P17D01 .SI	X	X	NO	NO	0,96	
S2P17D02 .SI	X	X	SI	NO	0,81	FALLA DE CORONA 2
S2P17D03 .SI	X	X	NO	SI	0,64	
S2P17D04 .SI	X	X	SI	SI	0,53	



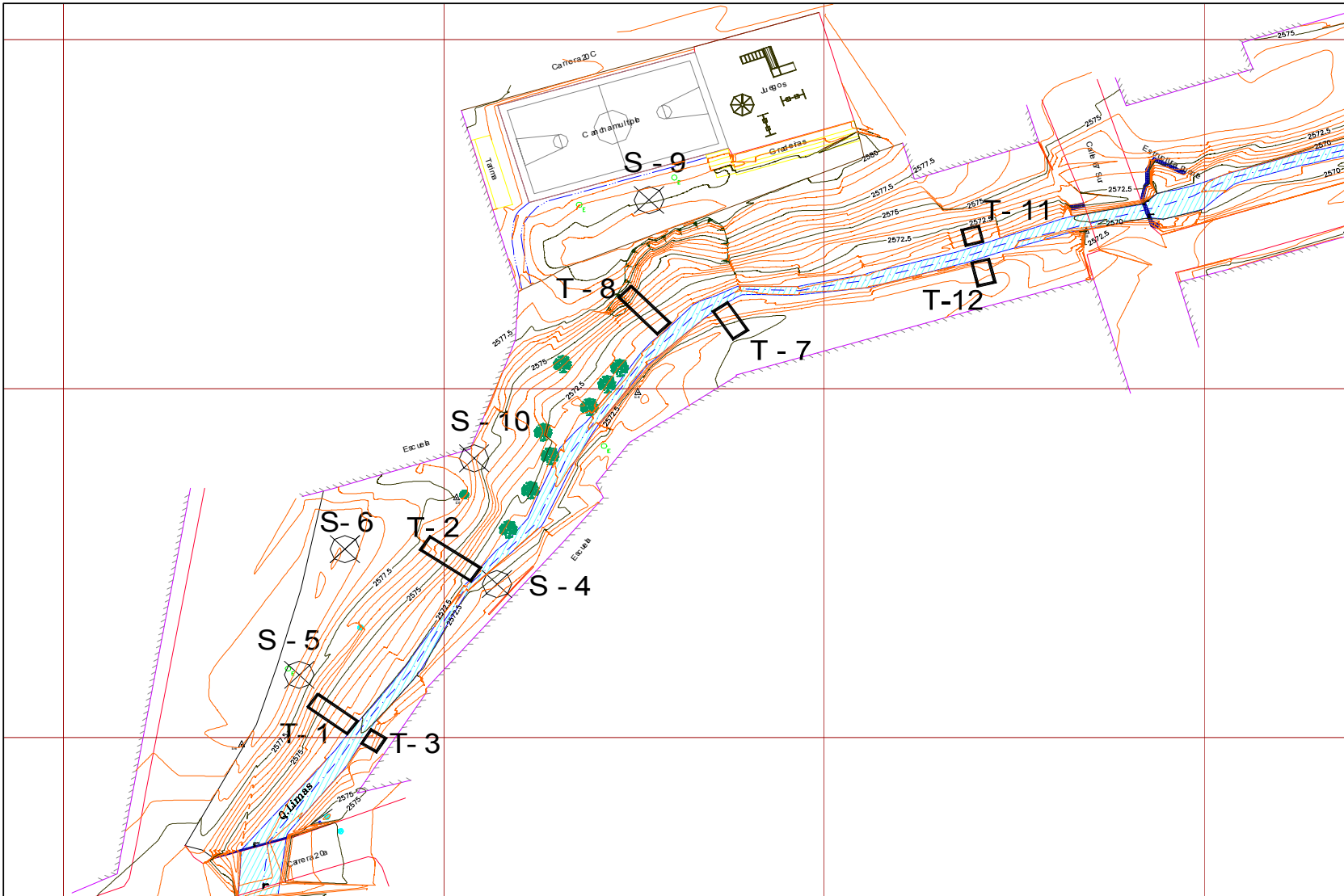


FIGURA 4,1 LOCALIZACION EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO **SECTOR 2**
DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS



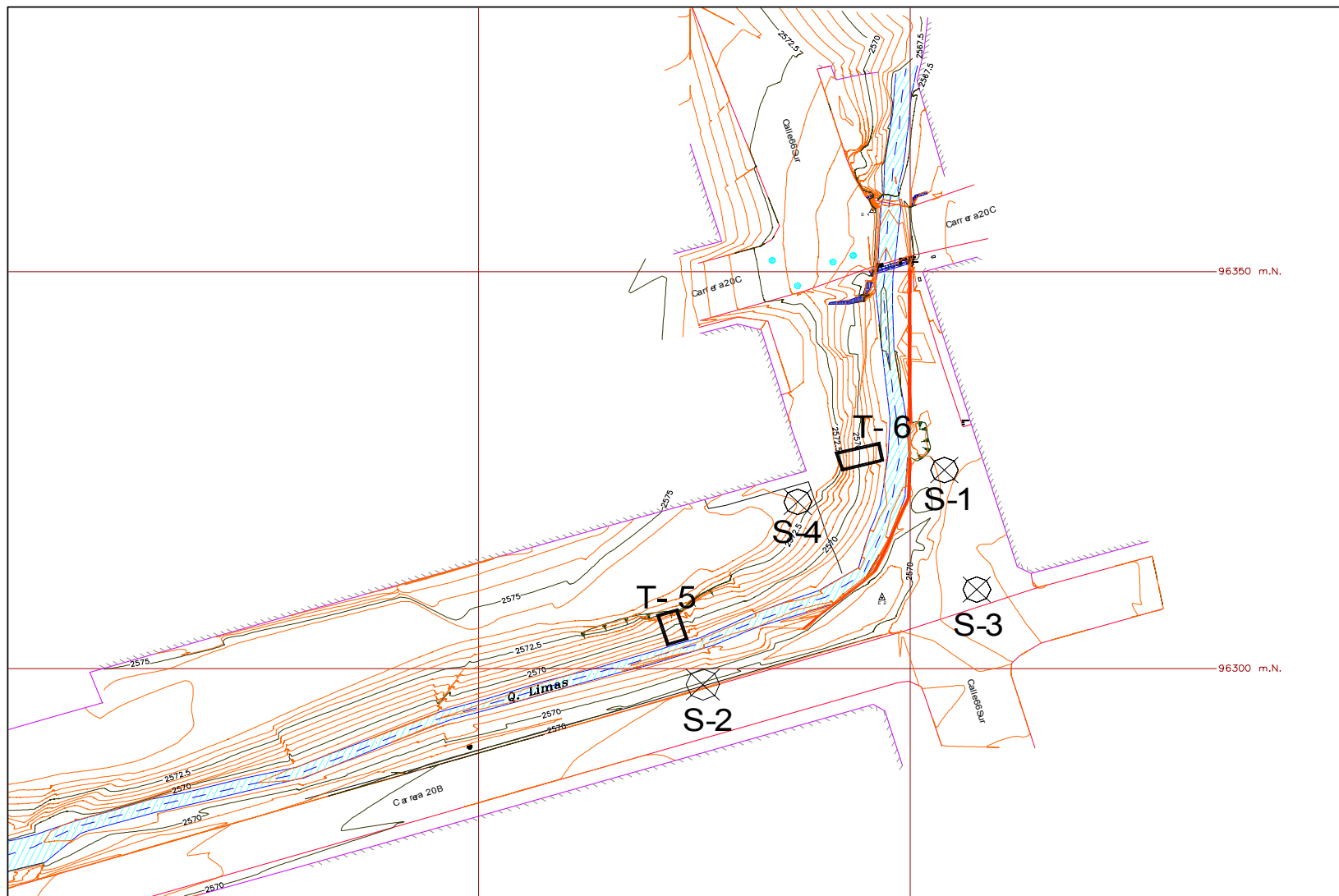
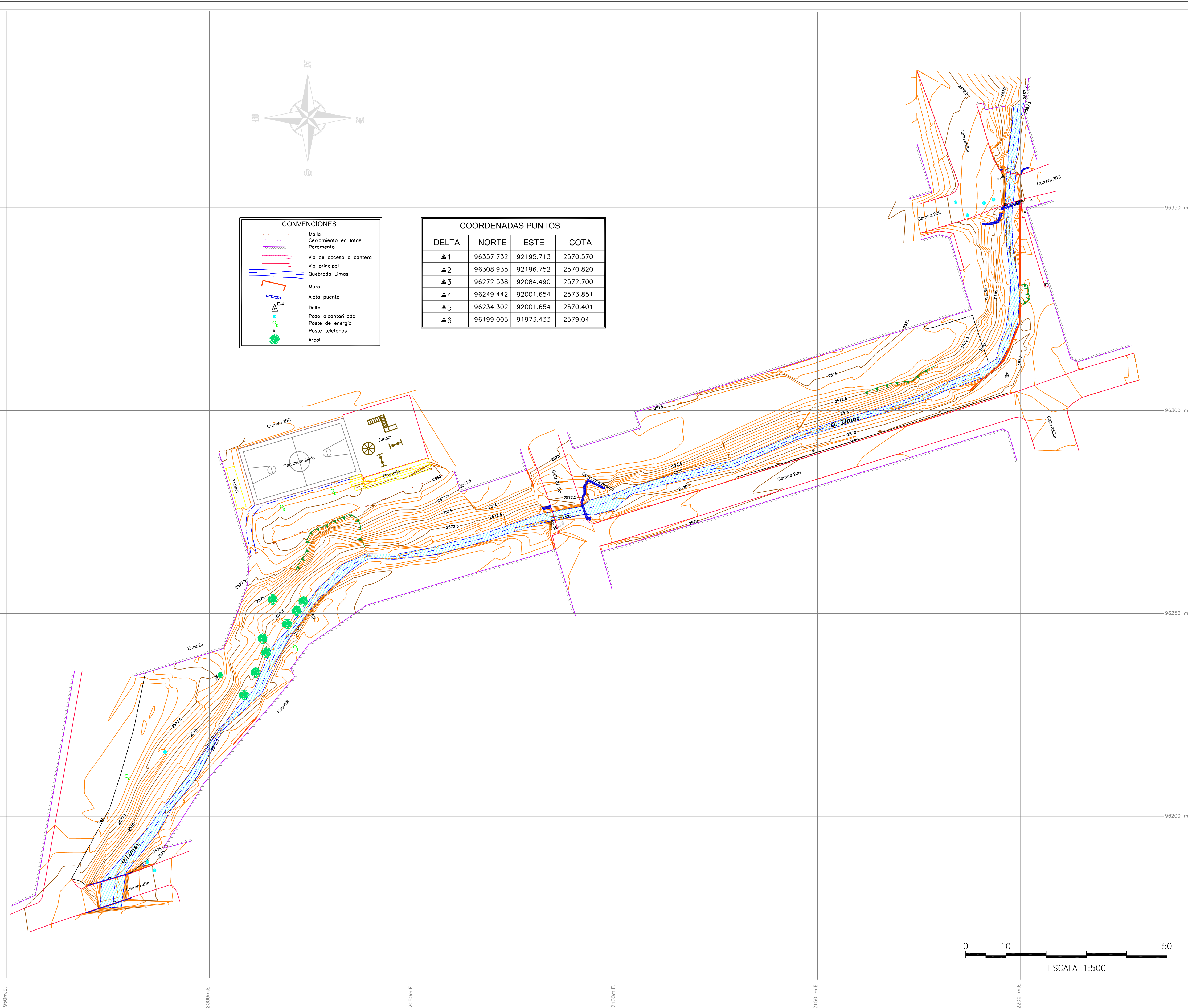


FIGURA 4,2 LOCALIZACION EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO **SECTOR 1**
DISEÑOS PARA LOS SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR FRM EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÚ Y VILLAS DEL DIAMANTE DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA DE LIMAS



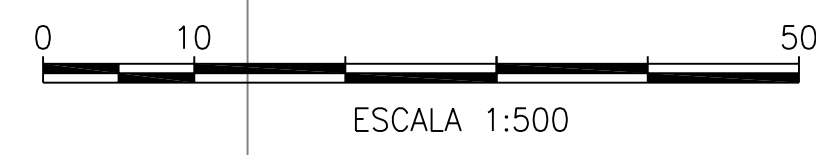


CONVENCIONES

- Malla
- Contorno en toza
- Poligono
- No de sector e cartera
- No. arroyo
- Quebrada Lima
- Muro
- Alto puente
- Dato
- Plaz. identificadas
- Punto de apoyo
- Punto de referencia
- erol

COORDENADAS PUNTOS

DELTA	NORTE	ESTE	COTA
▲1	96357.732	92195.713	2570.570
▲2	96308.935	92196.752	2570.820
▲3	96272.538	92084.490	2572.700
▲4	96249.442	92001.654	2573.851
▲5	96234.302	92001.654	2570.481
▲6	96199.000	91973.433	2579.04

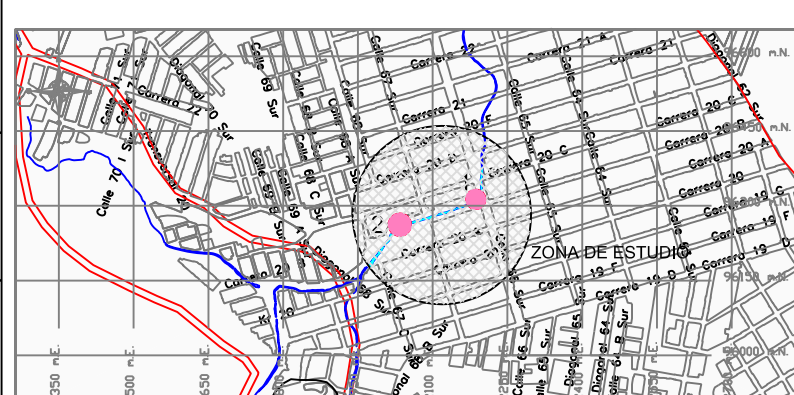


Secretaría
GOBIERNO
Dirección de Prevención y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE CARTOGRAFICA:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JGCA INGENIERA

ELABORADO:
JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

INTERVENTORA:
ING. GEOLOGO JOSE MANUEL NARANJO



DISEÑO:
JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

REVISÓ:
ING. JAVIER MALLAN

APROBÓ:
ING. JOSE GREGORIO VILLAMIL

Vs. Bn. INTERVENTORA

DIBUJÓ:
IVAN CASTIBLANCO

FECHA:
JULIO, 2004

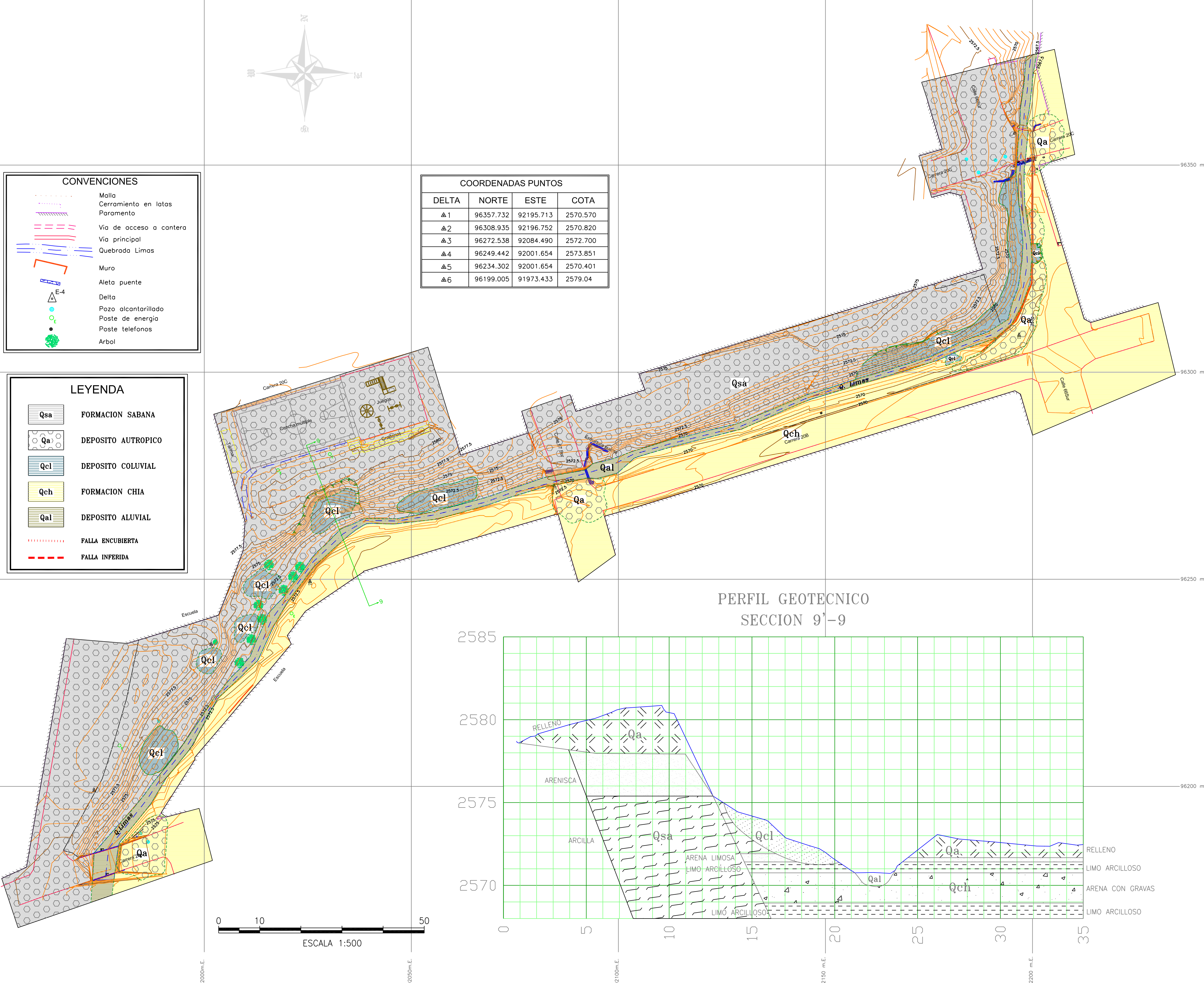
FECHA:

ESCALA:
1:500

Archivo:
QL1270.DWG

DISEÑO DETALLADO DE OBRAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO
POR REMOCION EN MASA EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÓ
Y VILLAS DEL DIAMANTE EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA LIMAS
LOCALIDAD CIUDAD SOLNAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
CONTRATO No. 151-2004

CONTENIDO:
PLANO TOPOGRAFICO - SECTORES 1 Y 2
BARRIO SAN FRANCISCO
1



CONVENCIONES

- Malla
- Cercamiento en lotes
- Paramento
- Via de acceso o contera
- Via principal
- Cuadrado Limas
- Muro
- Aleta puente
- Delta
- Pezzo alcantarillado
- Poste de energia
- Poste telefonos
- Arbol

LEYENDA

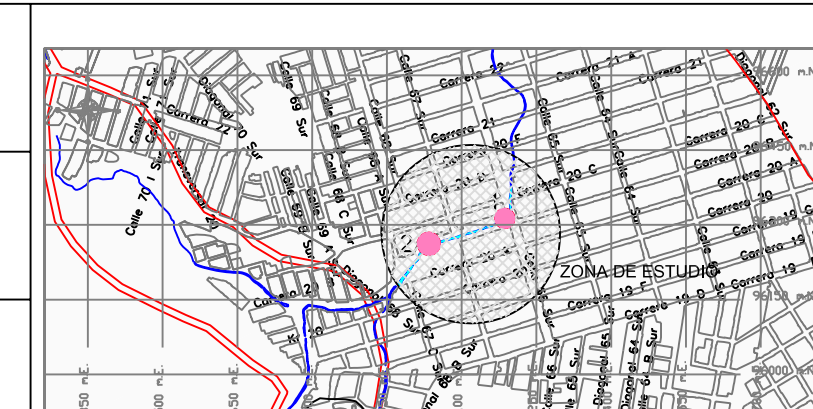
- Qsa FORMACION SABANA
- Qa DEPOSITO AUTOPICO
- Qcl DEPOSITO COLUVIAL
- Qch FORMACION CHIA
- Qal DEPOSITO ALUVIAL
- FALLA ENCUBIERTA
- FALLA INFIERBA



FUENTE CARTOGRAFICA:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JDCG INGENIERA

ELABORO:
JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

INTERVENTORA:
ING. GEDLOGO JOSE MANUEL NARANJO



DISEÑO:
JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

REVISÓ:
ING. JAVIER MALLAN

APROBÓ:
ING. JOSE GREGORIO VILLAMIL

Via. De. INTERVENTORA

DIBUJÓ:
IVAN CASTIBLANCO

FECHA:
JULIO, 2004

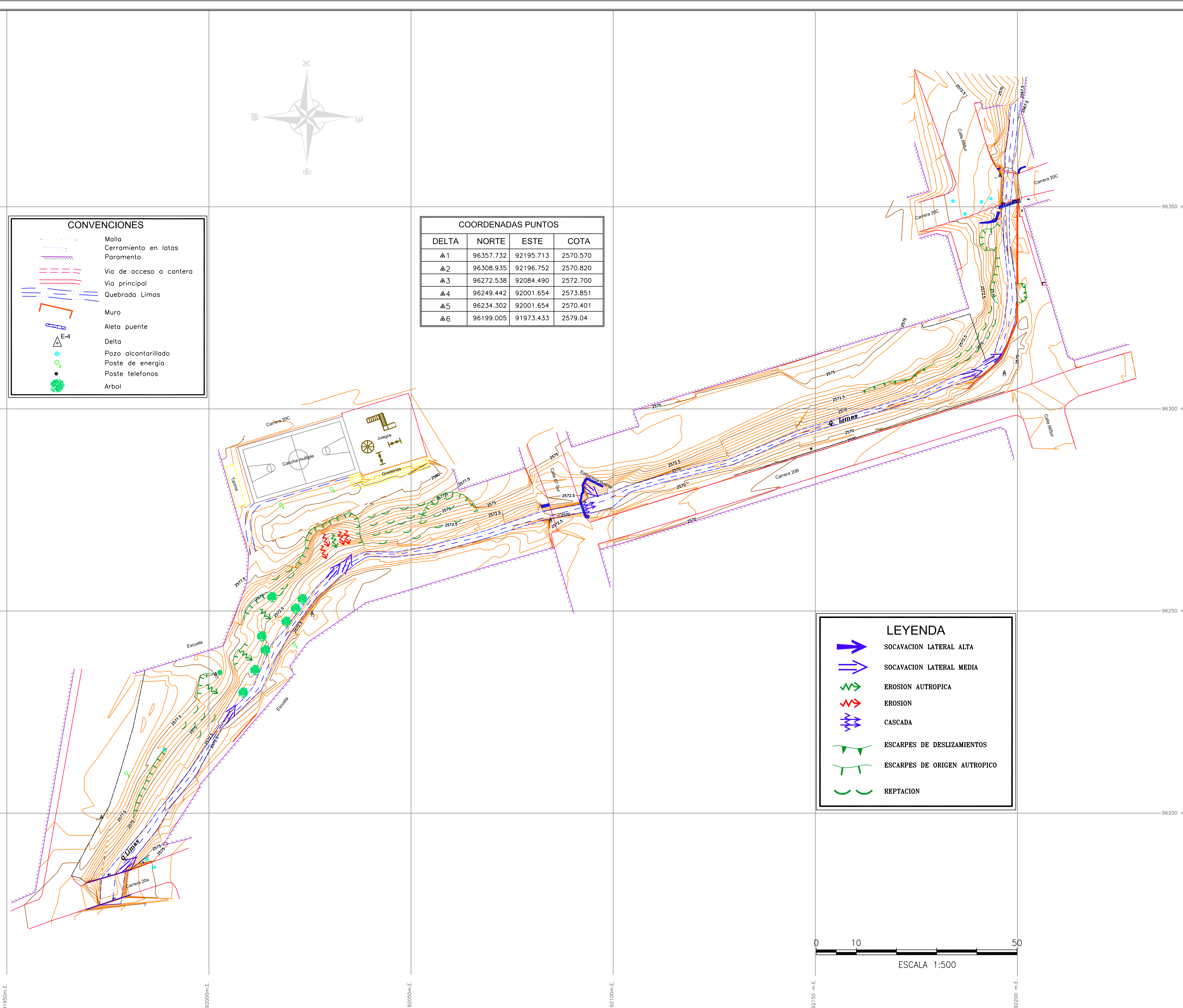
ESCALA:
1:500

ARCHIVO:

CONTENIDO:
PLANO GEOLOGICO - SECTORES 1 Y 2
BARRIO SAN FRANCISCO

PLANO:
2

DISEÑO DETALLADO DE OBRAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO POR REMOCION EN MASA EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDI Y VILLAS DEL DIAMANTE EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA LIMAS LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.
DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS
CONTRATO No. 131-2004



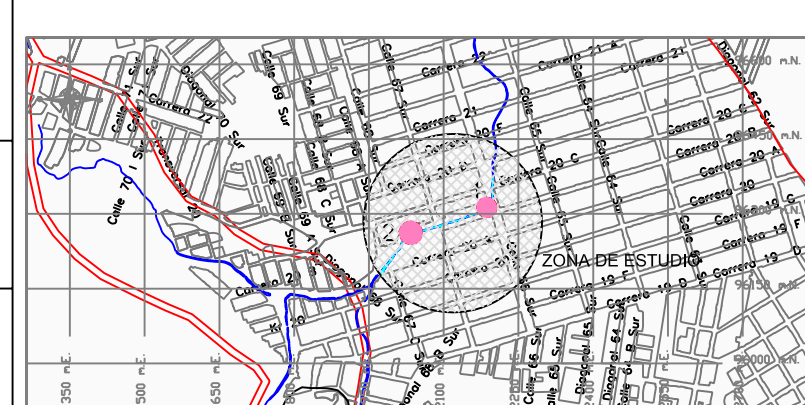
Secretaría
GOBIERNO

Dirección de Prevención y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE CARTOGRAFICA:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JGCA INGENIERIA

ELABORO:
JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

INTERVENTORA:
ING. GEDLOGO JOSE MANUEL NARANJO



DISEÑO:
JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

REVISÓ:
ING. JAVIER MALLAN

APROBÓ:
ING. JOSE GREGORIO VILLAMIL

Via. En. INTERVENTORA

DIBUJÓ:
IVAN CASTIBLANCO

FECHA:
JULIO, 2004

FECHA:

ESCALA:
1:500

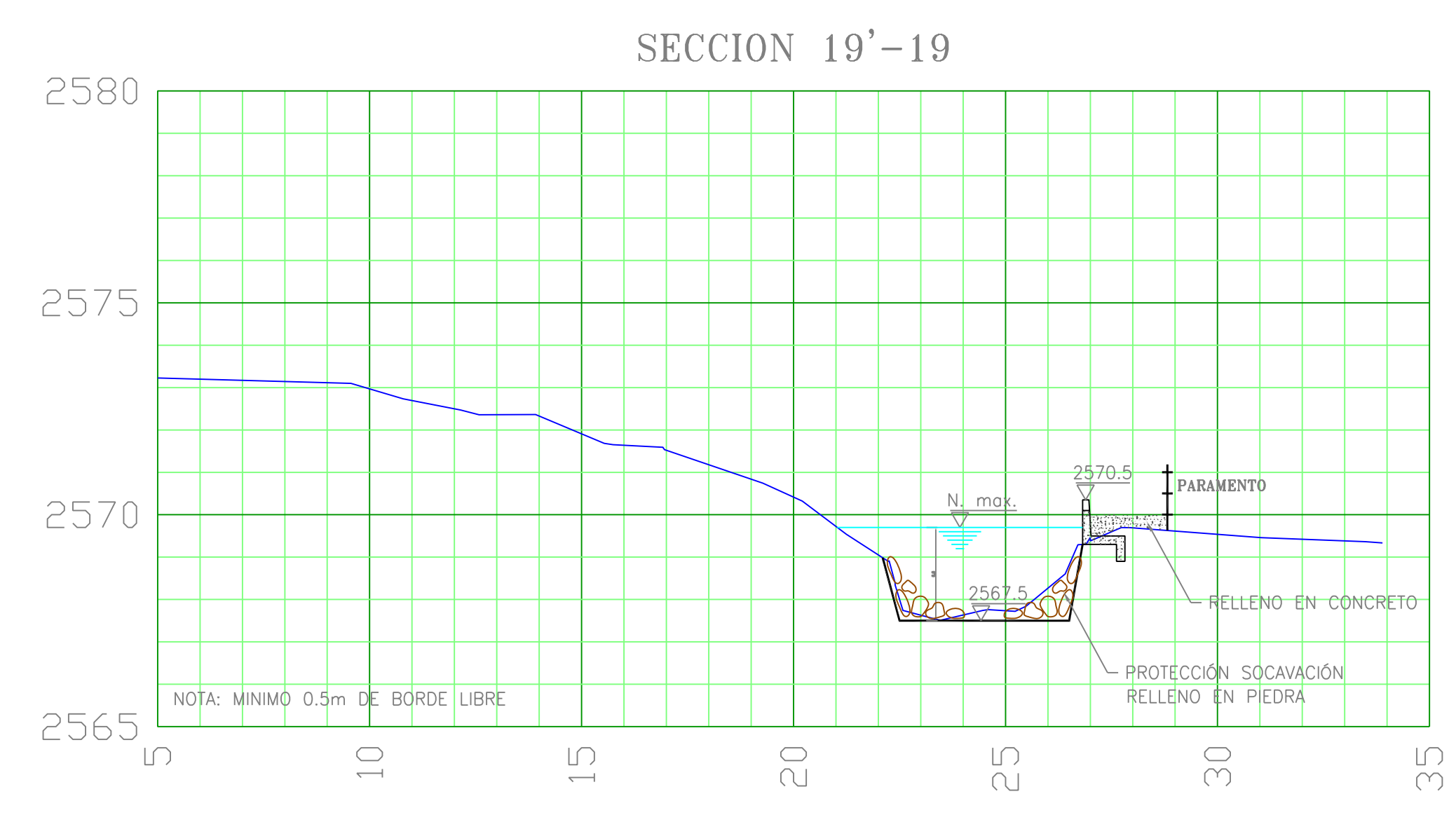
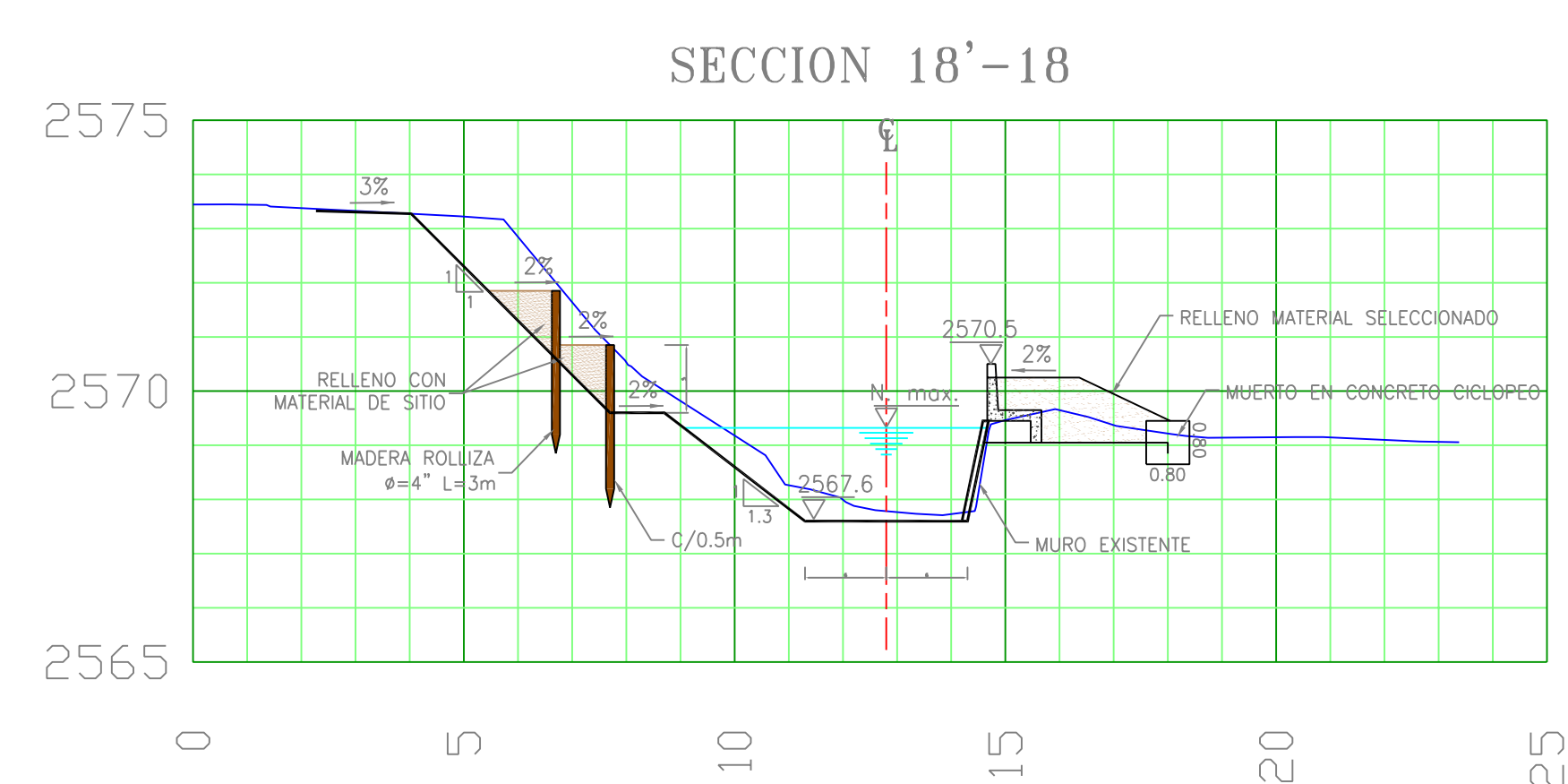
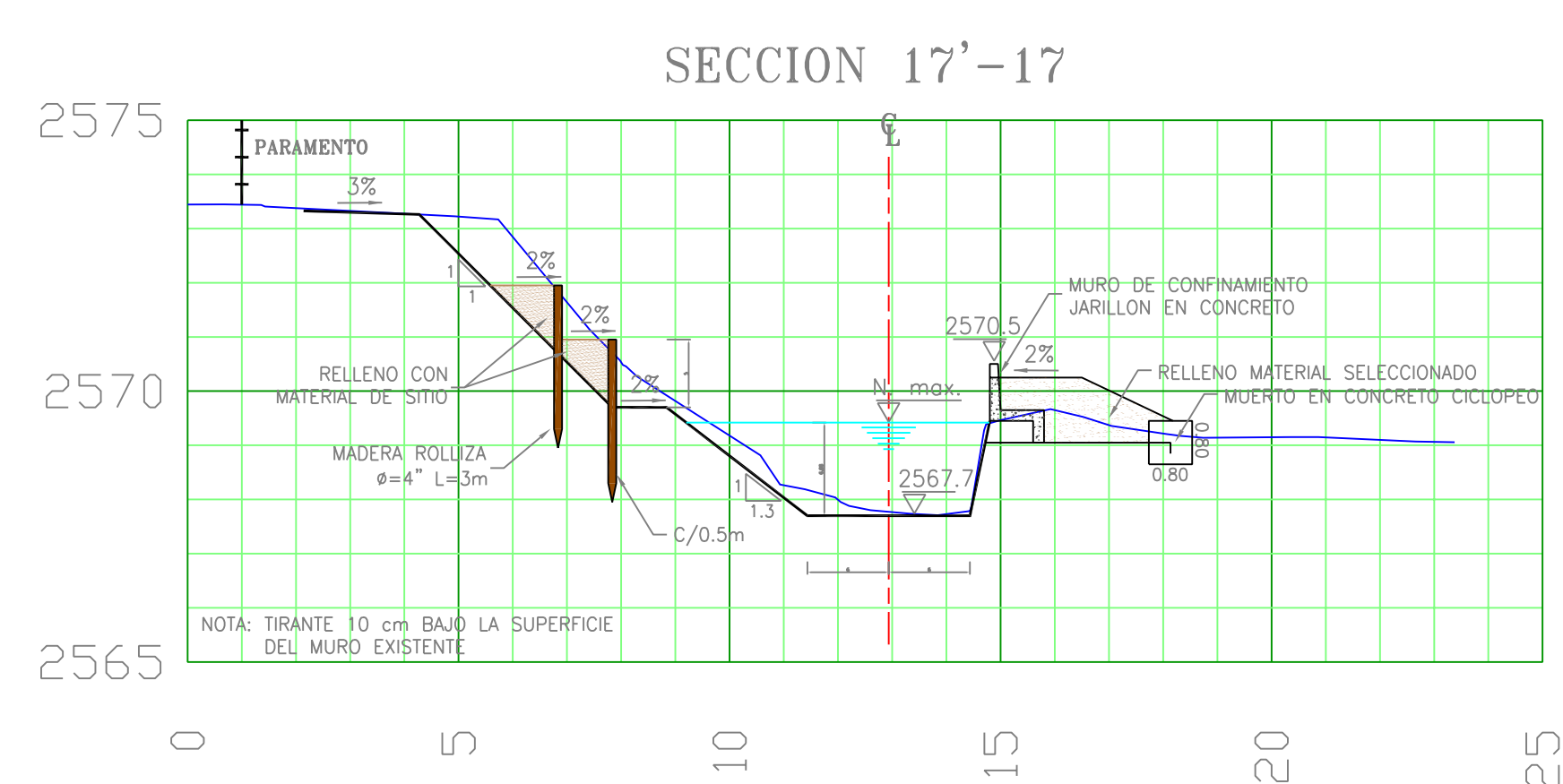
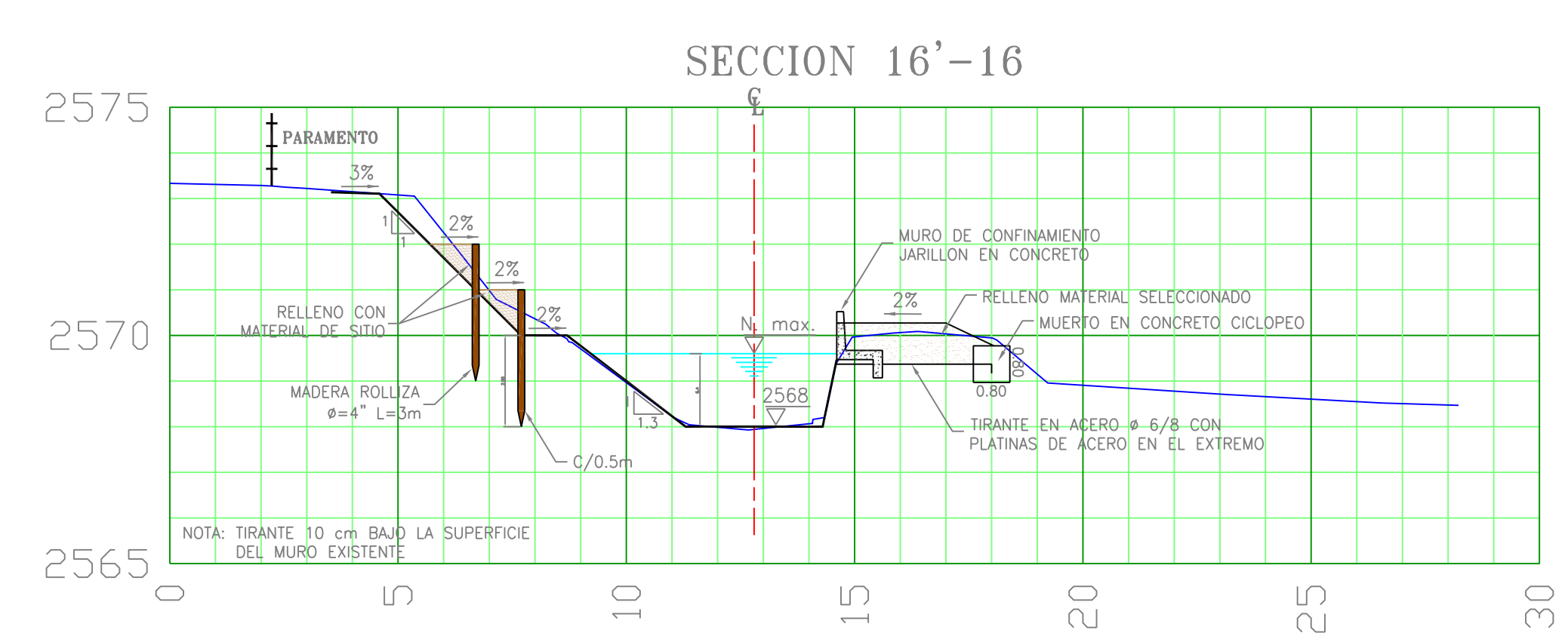
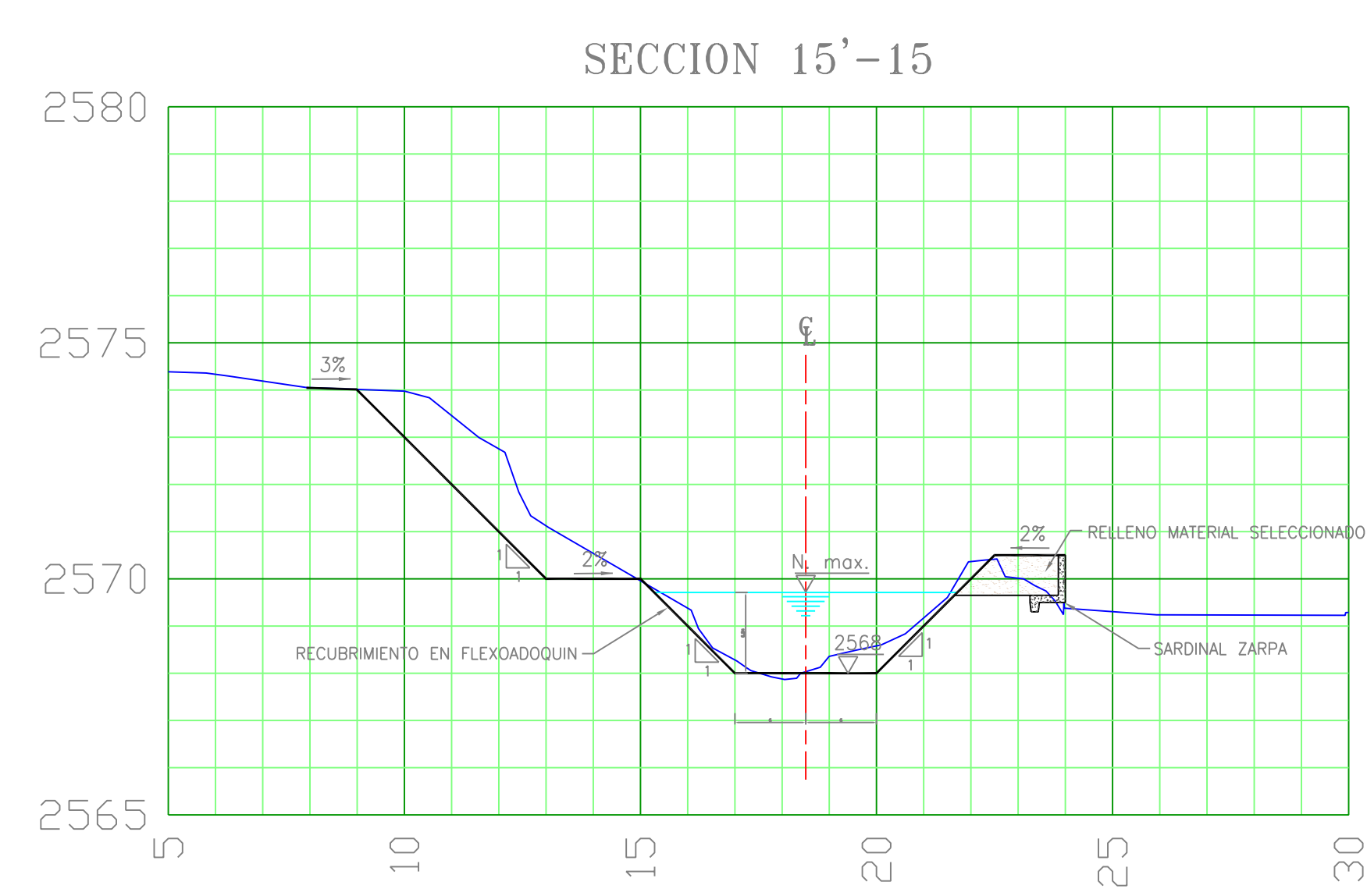
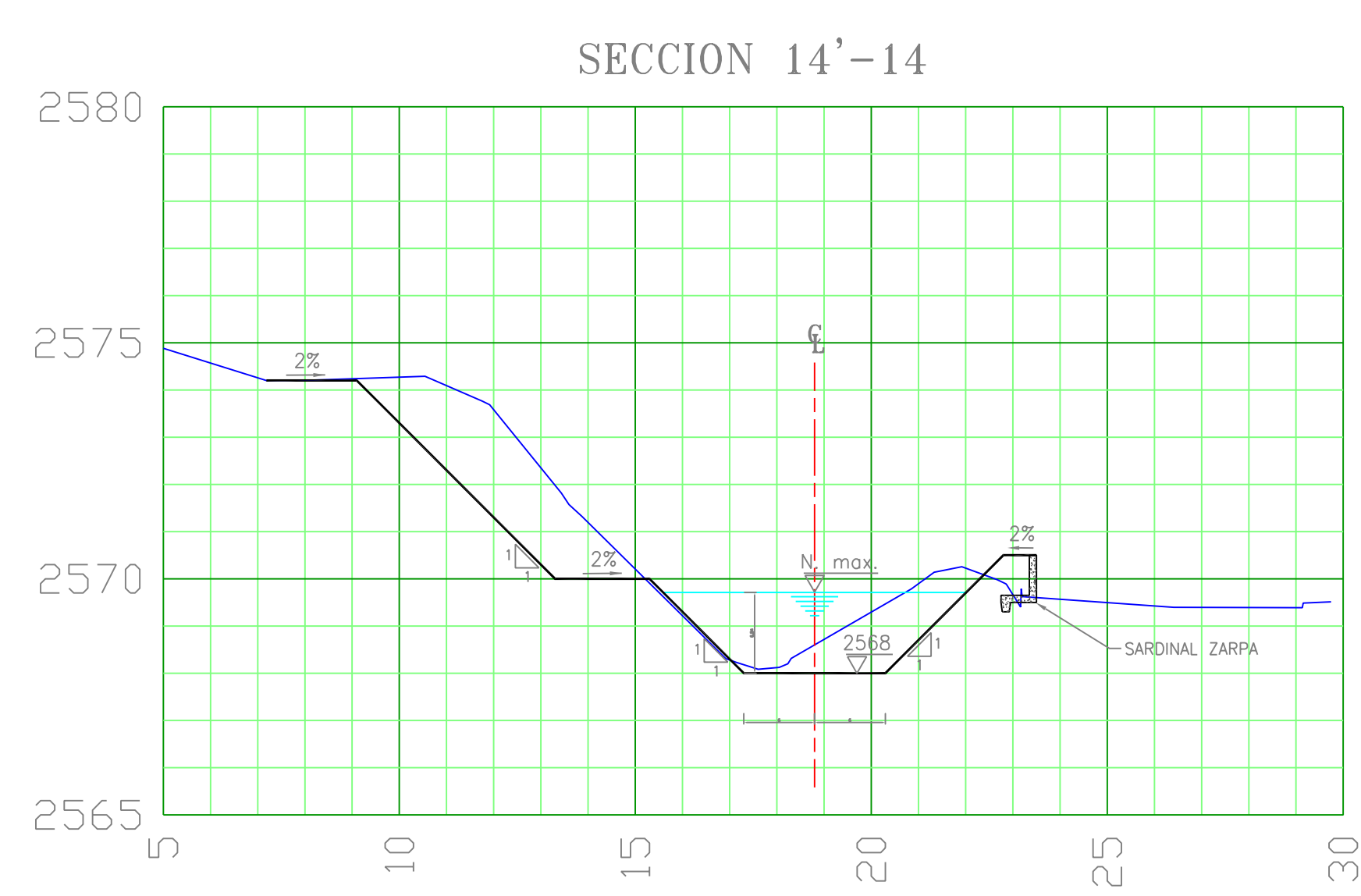
Archivo:
QL1210.DWG

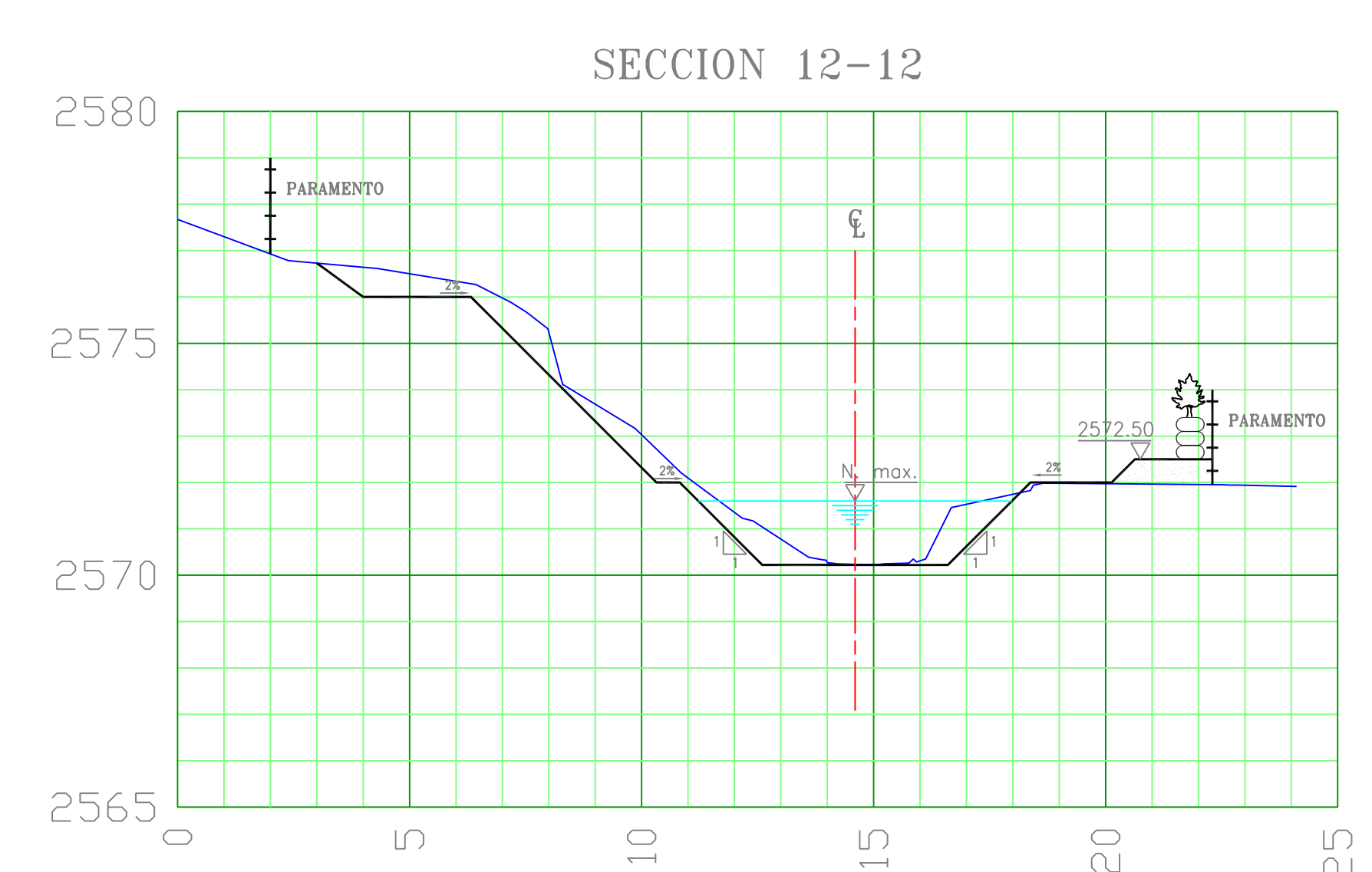
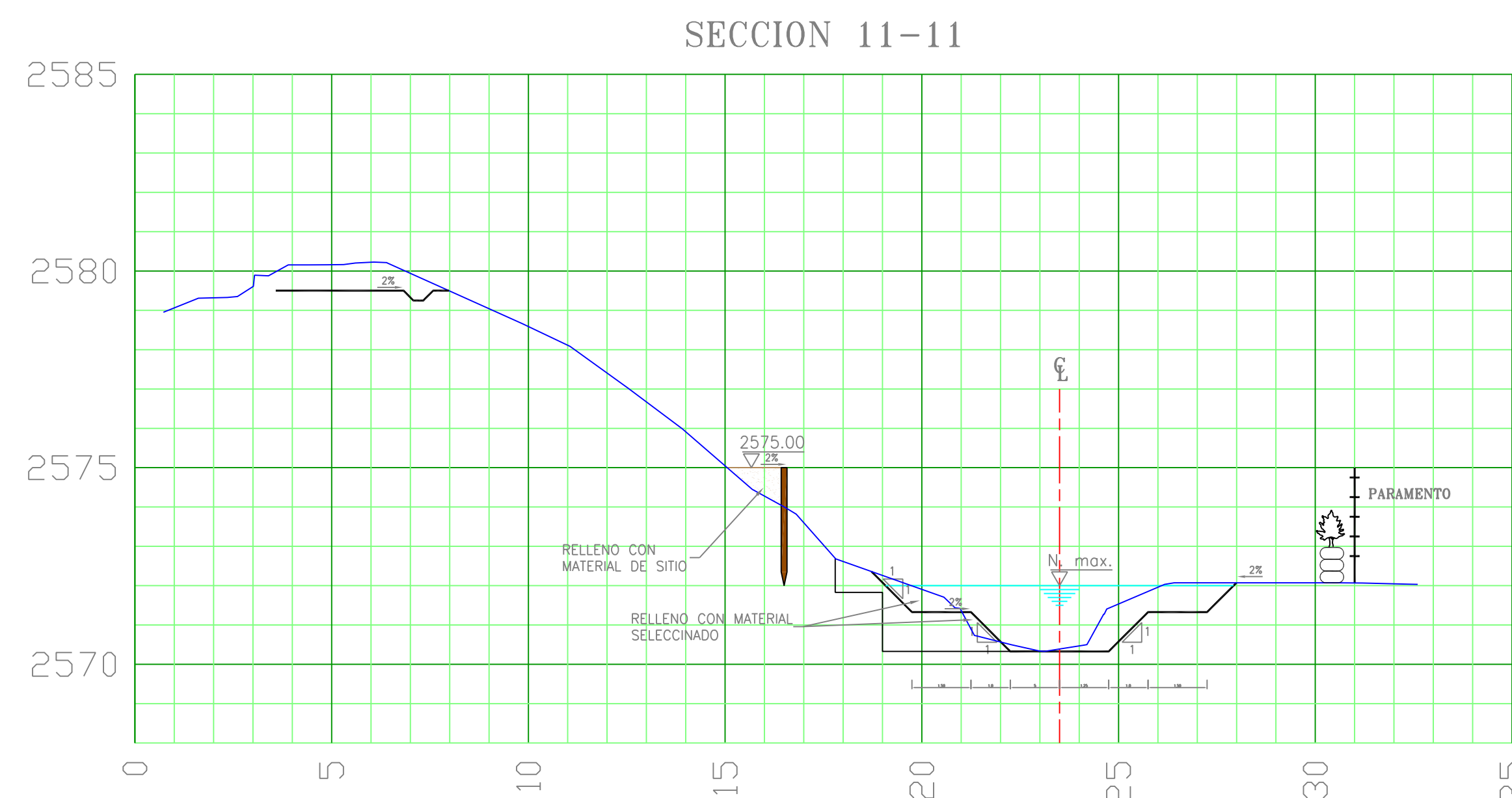
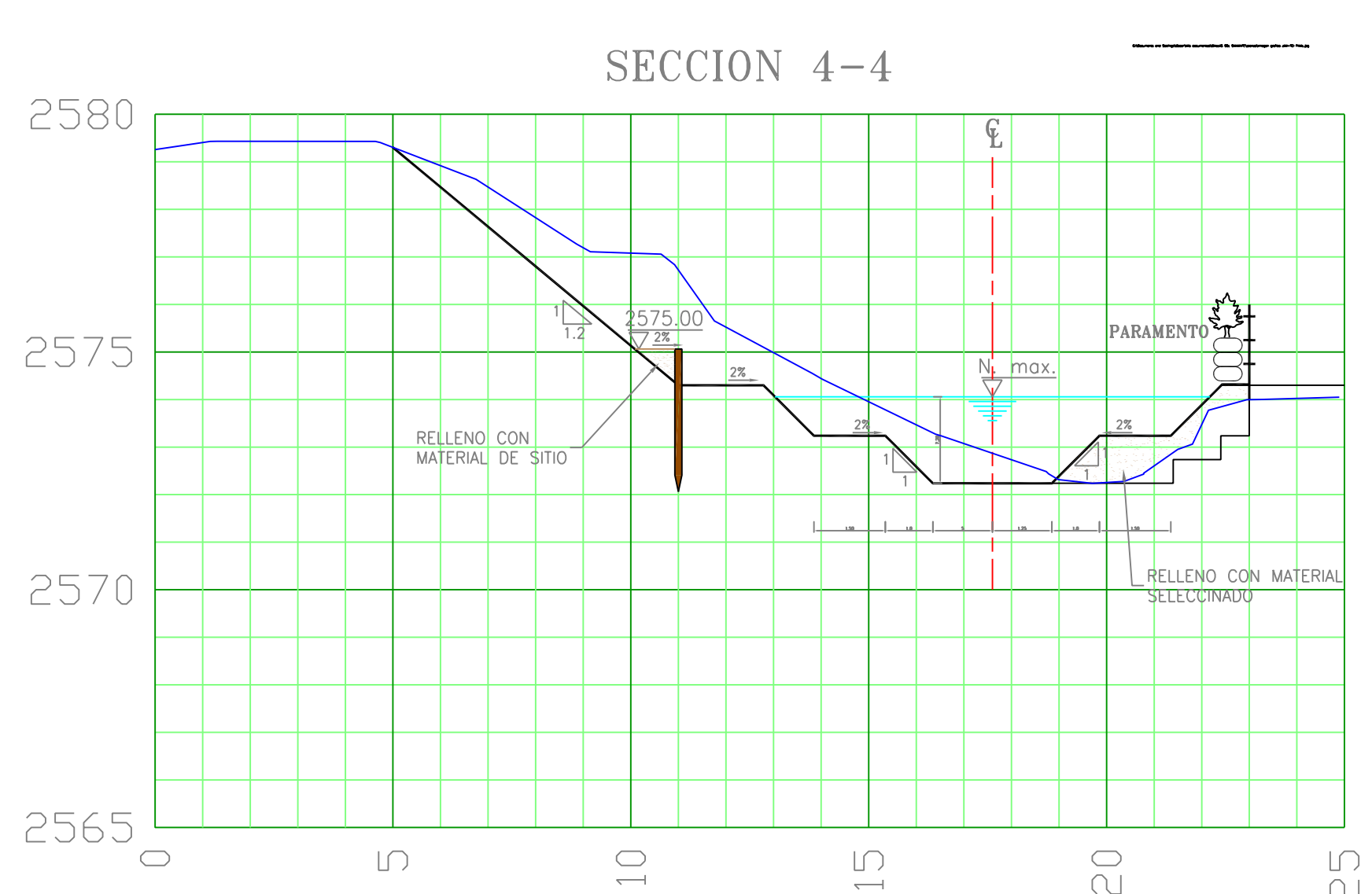
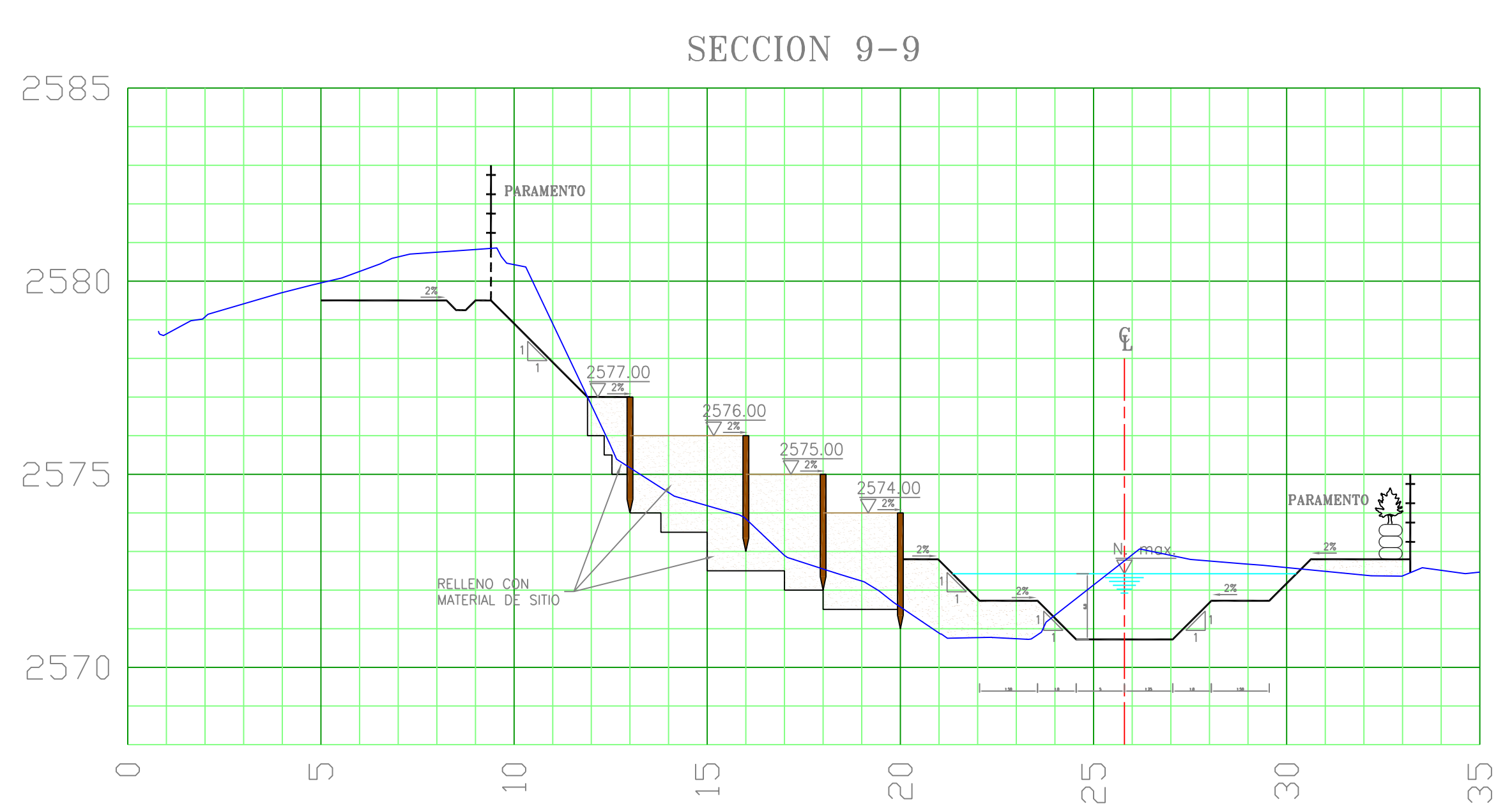
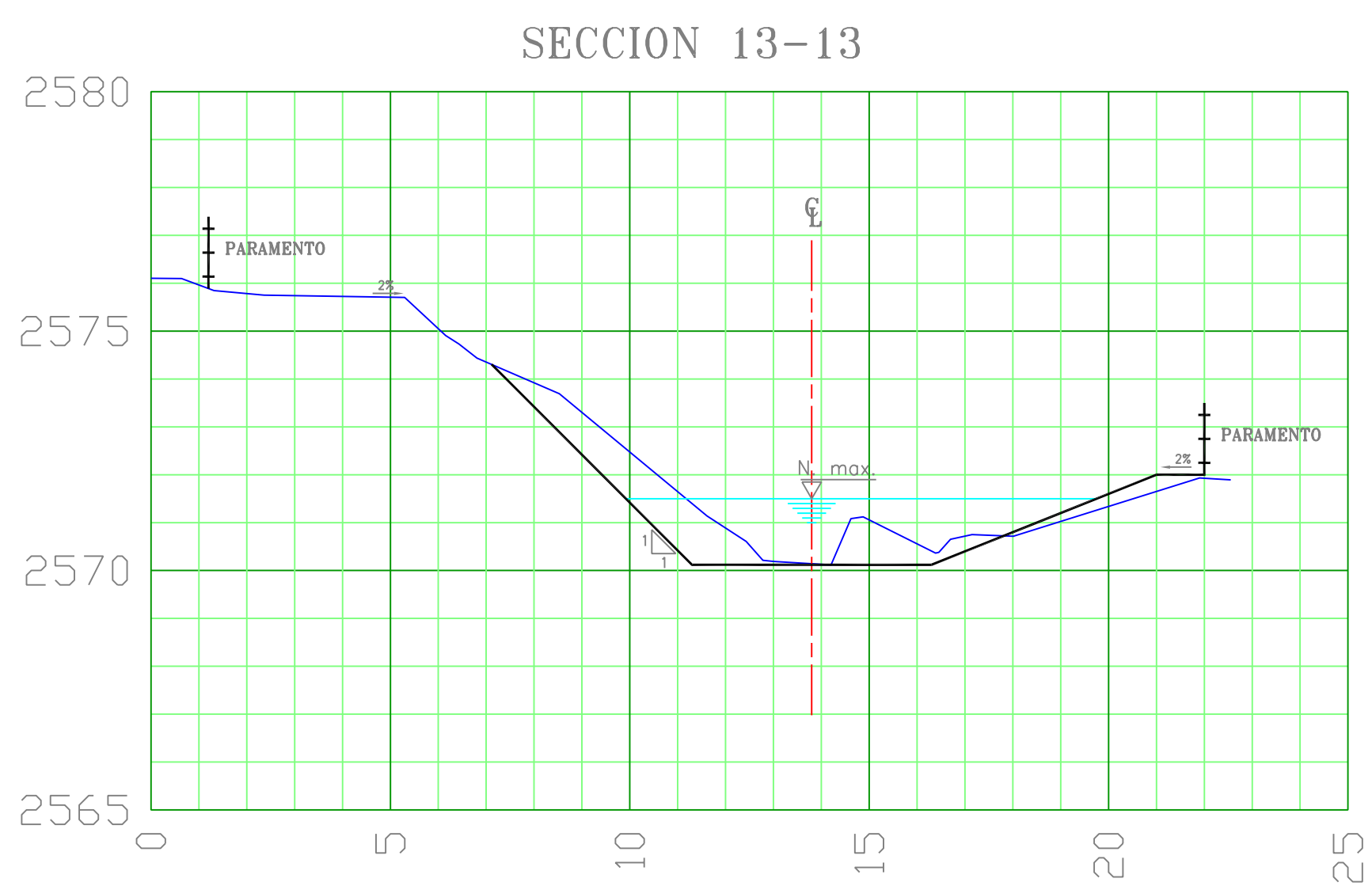
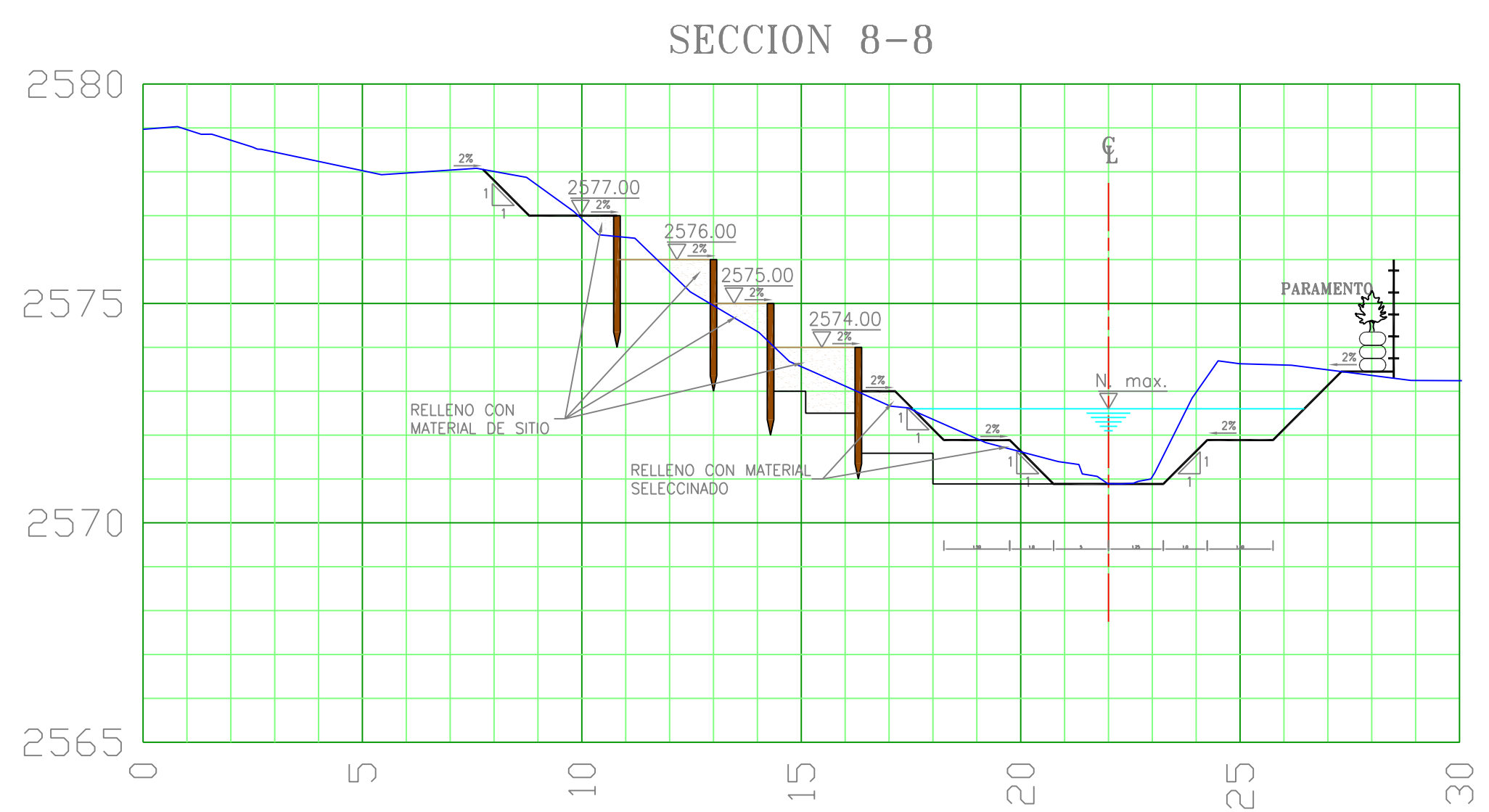
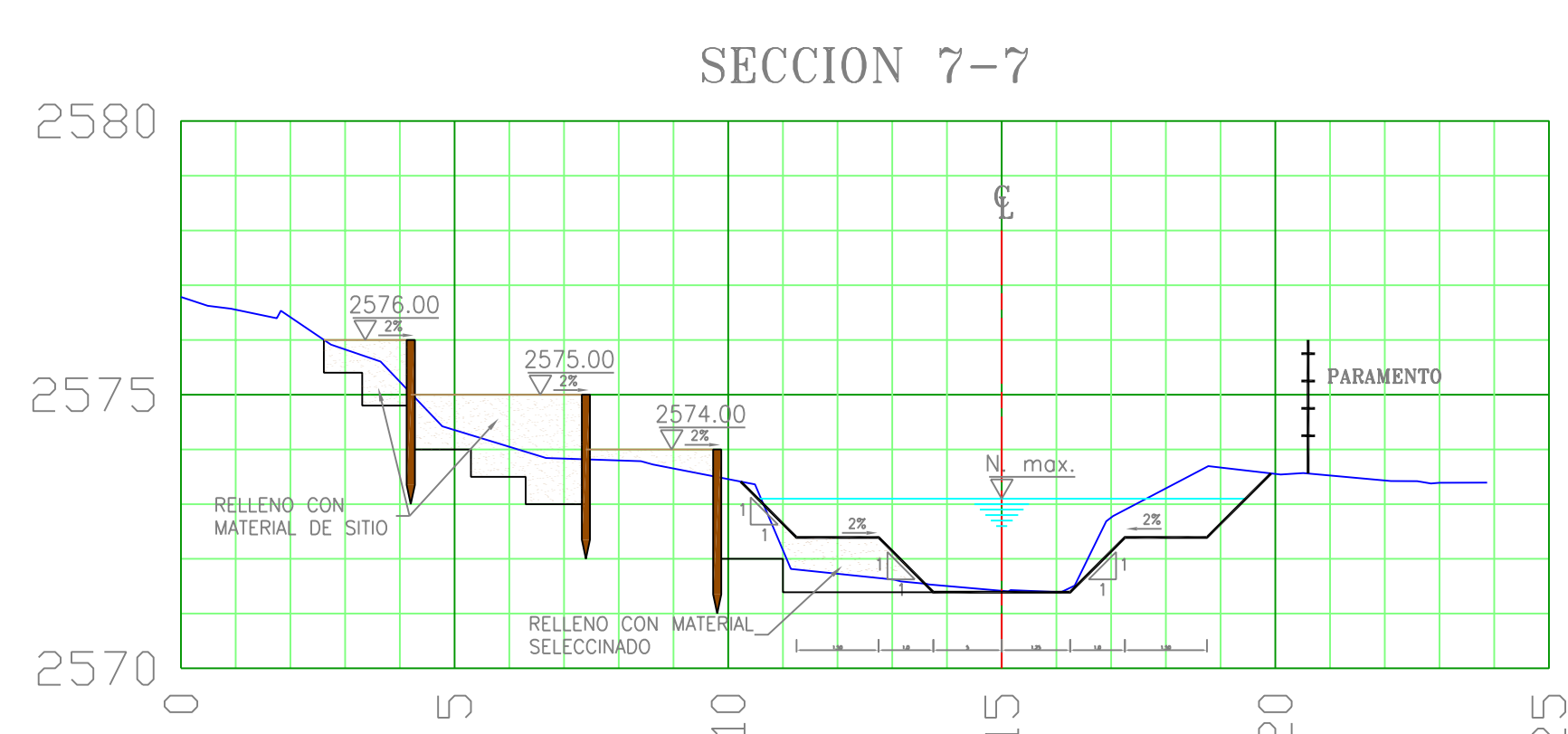
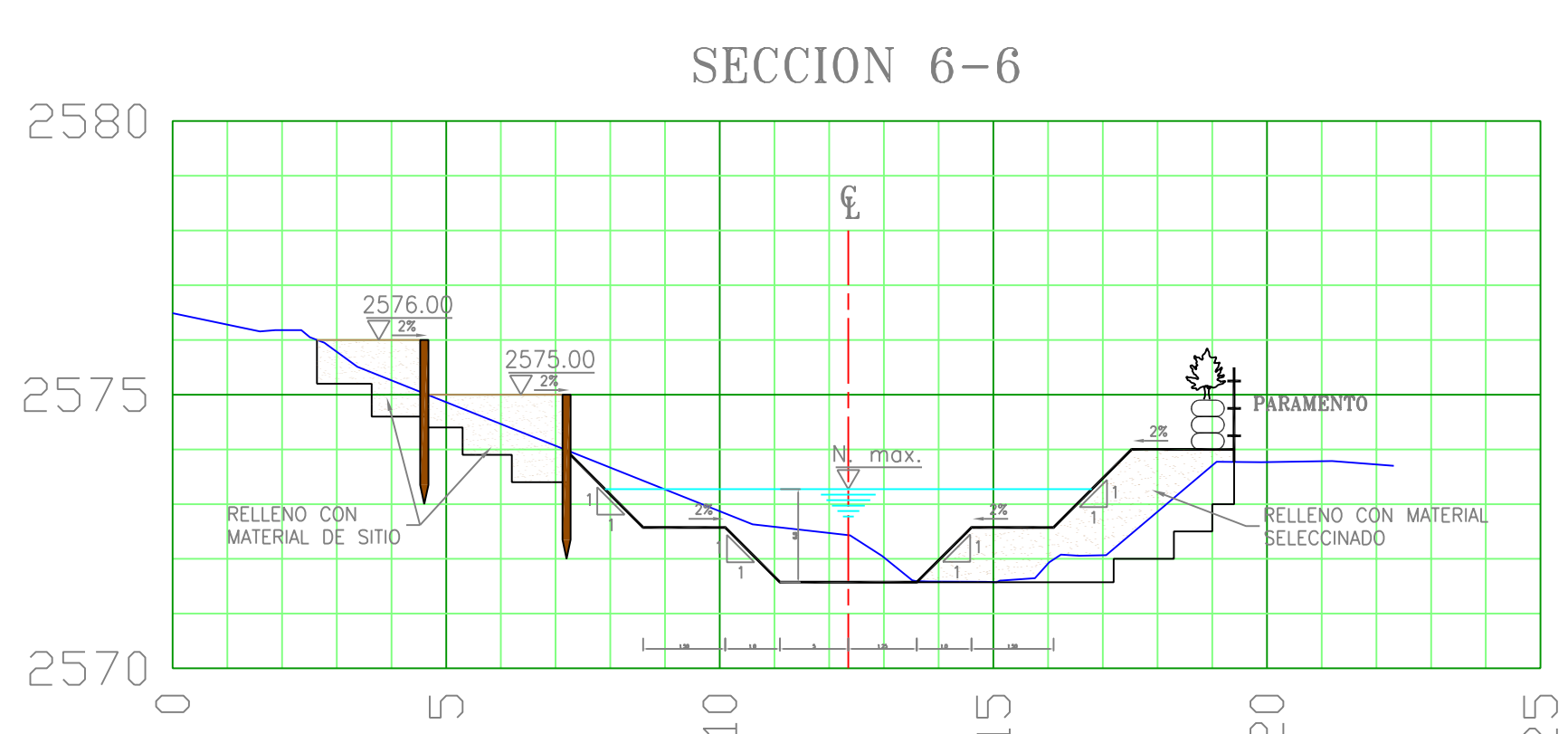
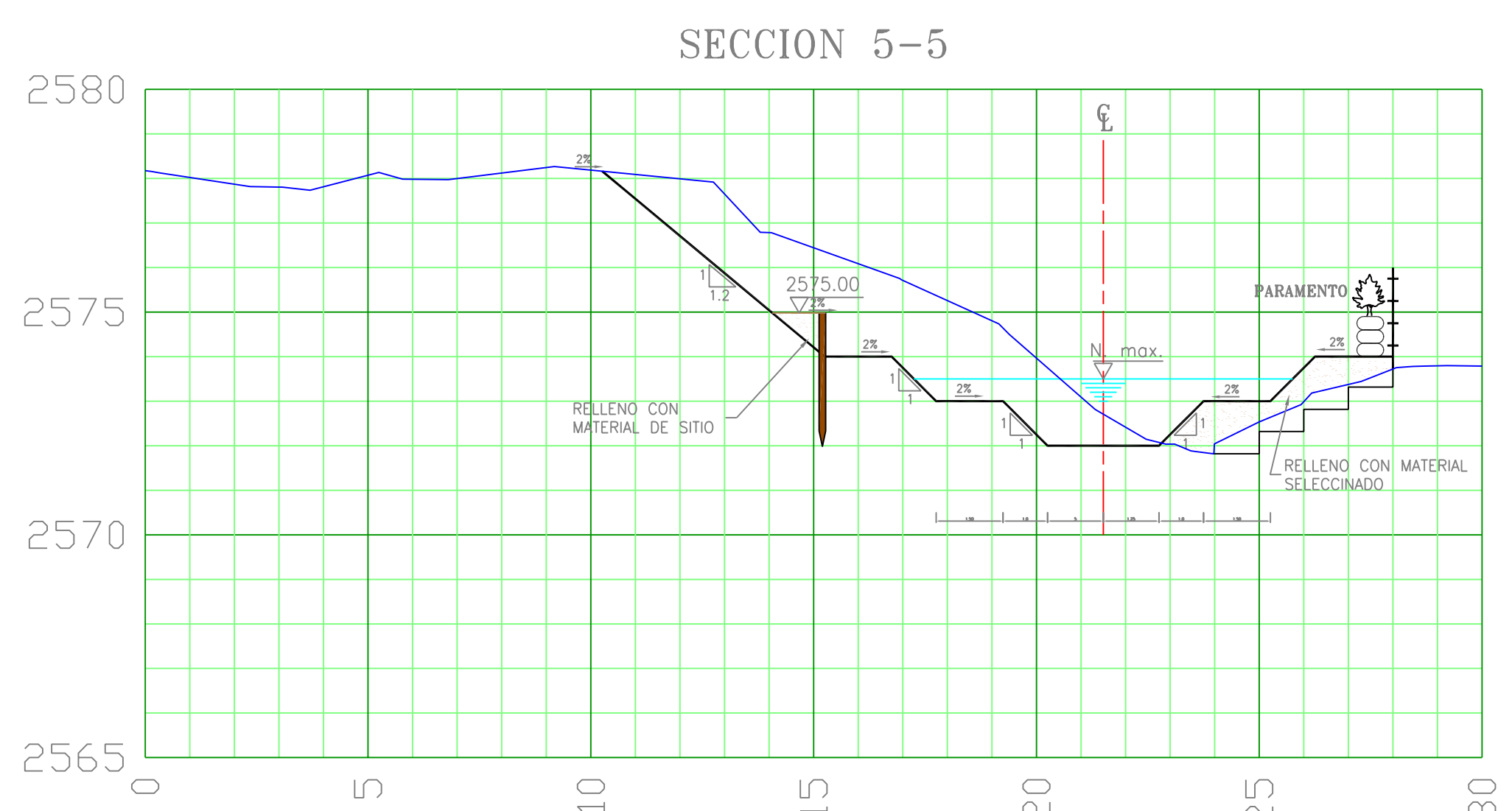
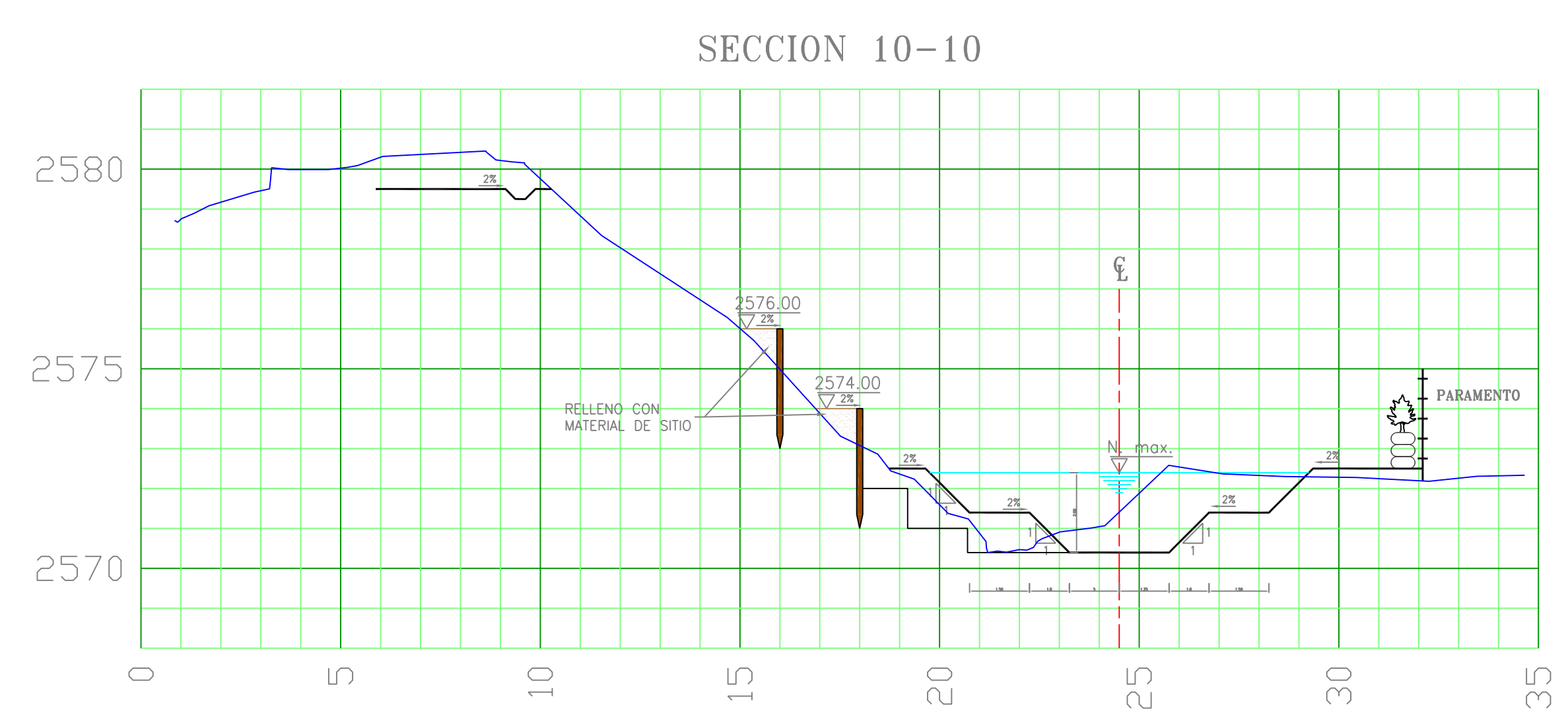
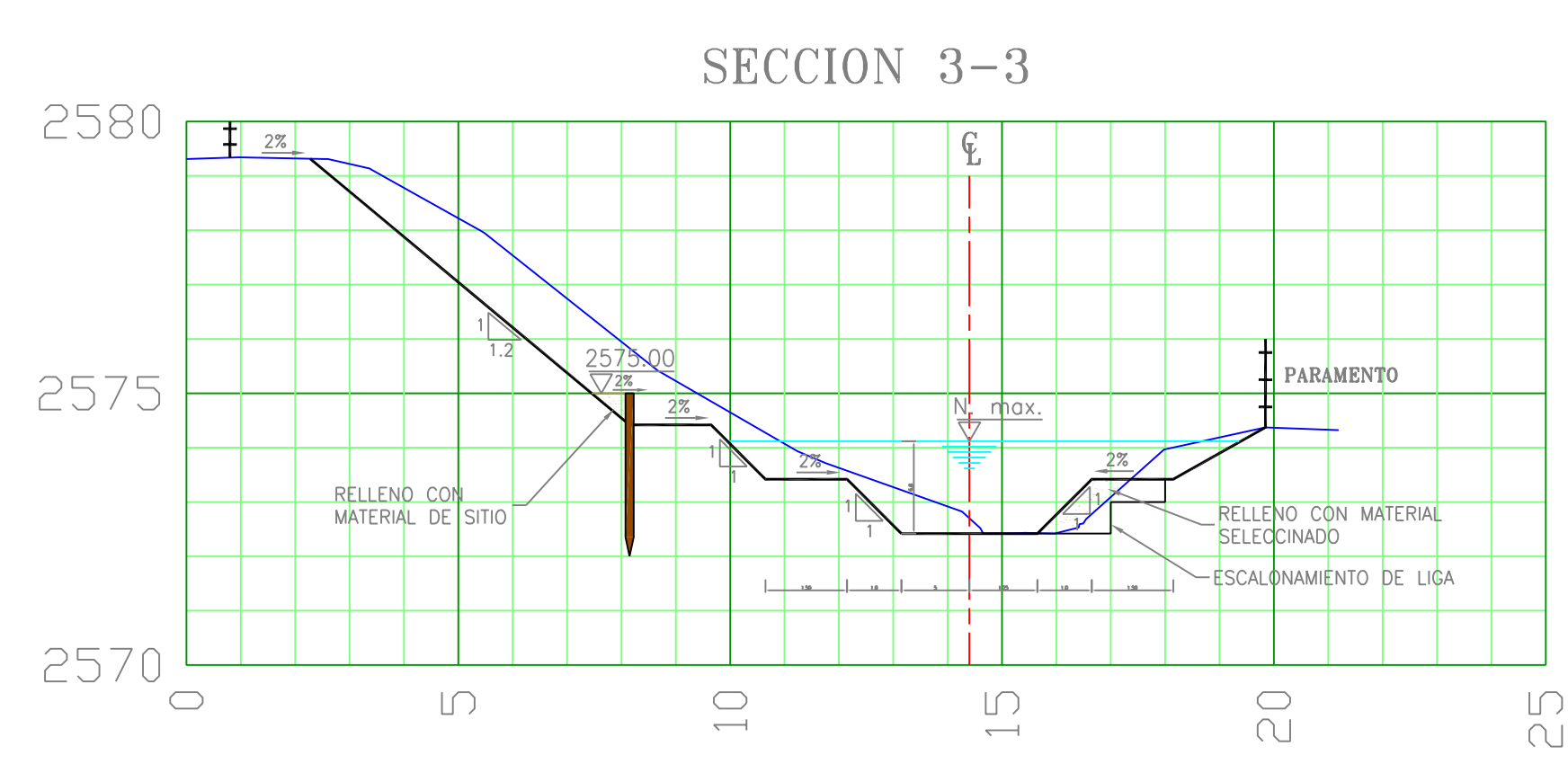
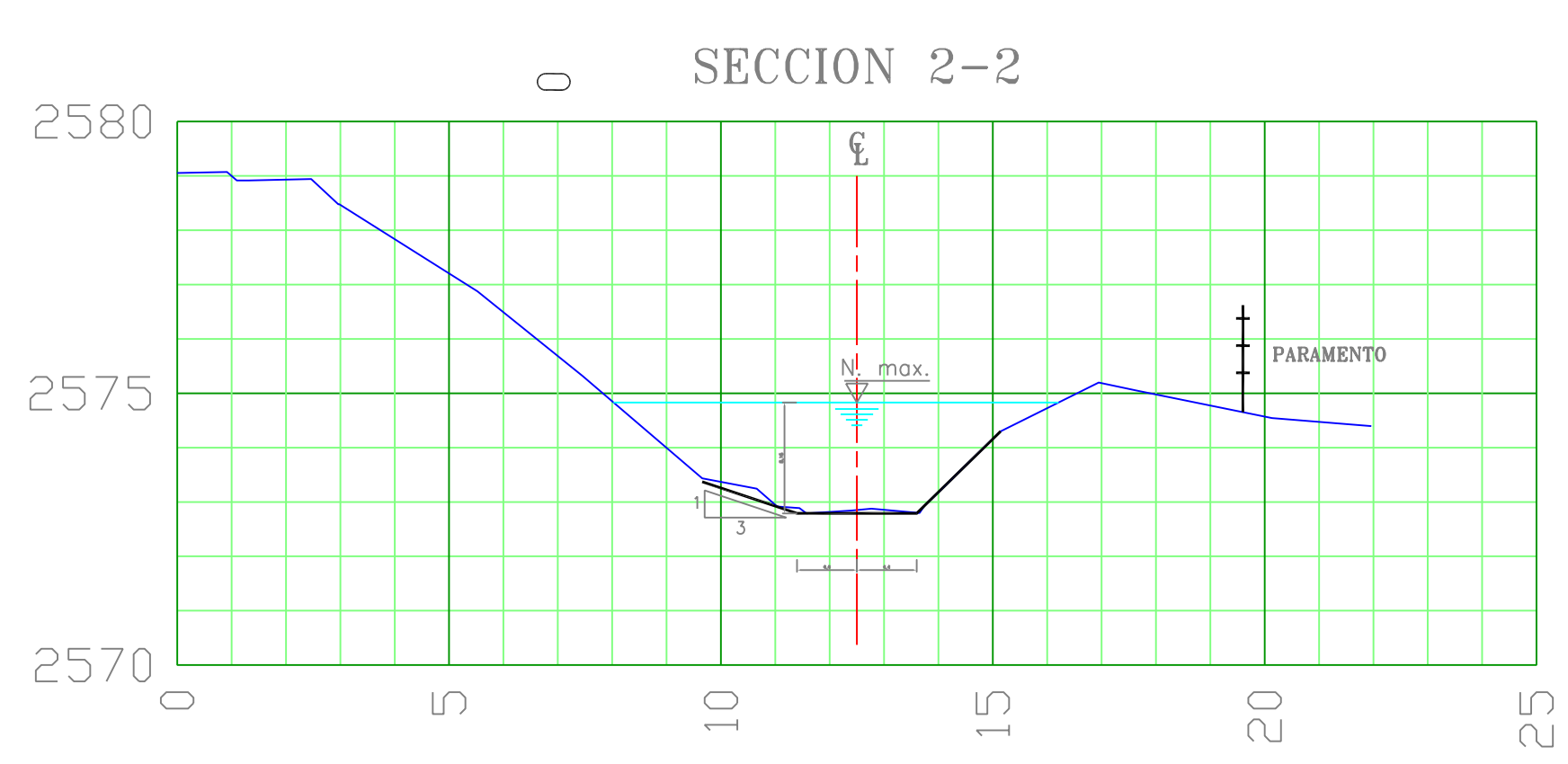
DISEÑO DETALLADO DE OBRAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO
POR REMOCION EN MASA EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDÓ
Y VILLAS DEL DIAMANTE EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA LIMAS
LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS
CONTRATO No. 131-2004

CONTENIDO:
PLANO GEOMORFOLOGICO – SECTORES 1 Y 2
BARRIO SAN FRANCISCO

PLANO:
3

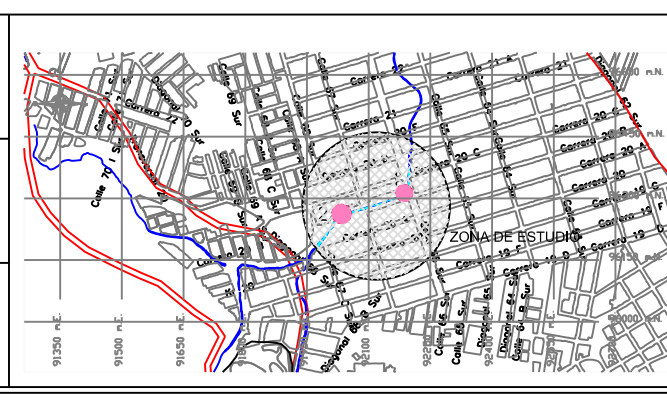




FUENTE CARTOGRAFICA:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO JOCA INGENIERA

ELABORADO:
JMI INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

INTERVENIDORA:
ING. GEOLOGO JOSE MANUEL MARIANO



DISEÑO:
JMI INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE

REVISÓ:
ING. JAVIER MILLAN

APROBÓ:
ING. JOSE GREGORIO VELAZQUEZ

Vs. Bb. INTERVENIDORA

DIBUJO:
MNI CASTIBLANCO

FECHA:
JULIO, 2004

ESCALA:
1:125

ARCHIVO:

CONTENIDO:
PLANO DE SECCIONES - SECTOR 2
BARRIO SAN FRANCISCO

DISEÑO DETALLADO DE OBRAS EN SITIOS CRITICOS DE RIESGO POR INUNDACION EN MANA EN LOS BARRIOS SAN FRANCISCO, MARANDU Y VILLAS DEL DIAMANTE EN LA CUENCA DE LA GUERRA LINDAS LOCALIDAD CUCANO BOQUIRE, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C. DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS (CONTRATO No. 001-004)