ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES , PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.

SITIO 1 – BARRIO CERRO NORTE – LOCALIDAD DE USAQUÈN

1 INTRODUCCIÓN

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE a través de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito - DPAE suscribió el Contrato de Consultoría No. 648 de 2005 con el CONSORCIO IGR, conformado por EDGAR EDUARDO RODRÍGUEZ GRANADOS e INGENIERÍA Y GEORIESGOS LTDA, la ejecución del estudio titulado “Elaboración de diseños de obras nuevas y diseños para el mantenimiento de obras existentes , presupuestos y especificaciones técnicas en sitios críticos de riesgo inminente por remoción en masa en las Localidades de Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar y Usme de la Ciudad de Bogotá, D.C.”

El presente informe corresponde al Sitio 1 – ubicado en el barrio Cerro Norte de la Localidad de Usaquén, donde el pasado mes de diciembre ocurrió un deslizamiento de la banca de la vía que comunica al barrio Cerro Norte con el barrio Arauquita. El ancho del deslizamiento es de aproximadamente 10 m, la altura del escarpe está entre 5 a 7 m.

El área del sitio de la emergencia es de aproximadamente 1.0 Ha, la cual se localiza en el costado norte del barrio Cerro Norte, junto a la Qda. San Cristóbal, la nomenclatura del sector es Cll 162 x Kr. 3. La localización en planta de la zona de estudio se muestra en la Figura 1-1, y en el Anexo 1 se presenta un registro fotográfico de la zona afectada.

El objetivo general del estudio es realizar la evaluación de alternativas de mitigación del riesgo y la realización de los diseños detallados de las medidas recomendadas para el sector afectado, orientadas a reducir el nivel de riesgo. Para este fin se utilizó como insumo toda la información topográfica, levantamiento geológico y geomorfológico, exploración del subsuelo e inventario de viviendas. En general se empleo los siguientes documentos:

- Levantamiento topográfico detallado de la zona de estudio a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.50 m.
- Exploración del subsuelo por medio de métodos directos (perforaciones, apiques, y trincheras) y la ejecución de ensayos de laboratorio que permitan determinar los niveles, calidad y tipo de suelo existente y elaborar el perfil geotécnico y geológico de la zona, así como la caracterización geomecánica de los materiales.
- Inventario y cartografía de variables como: geología, geomorfología e inventario de viviendas.
- Análisis de estabilidad de taludes por fenómenos de remoción en masa.
- Determinación y evaluación de alternativas de reducción del riesgo en la zona.
- Diseño detallado de obras
- Presupuesto detallado y especificaciones.

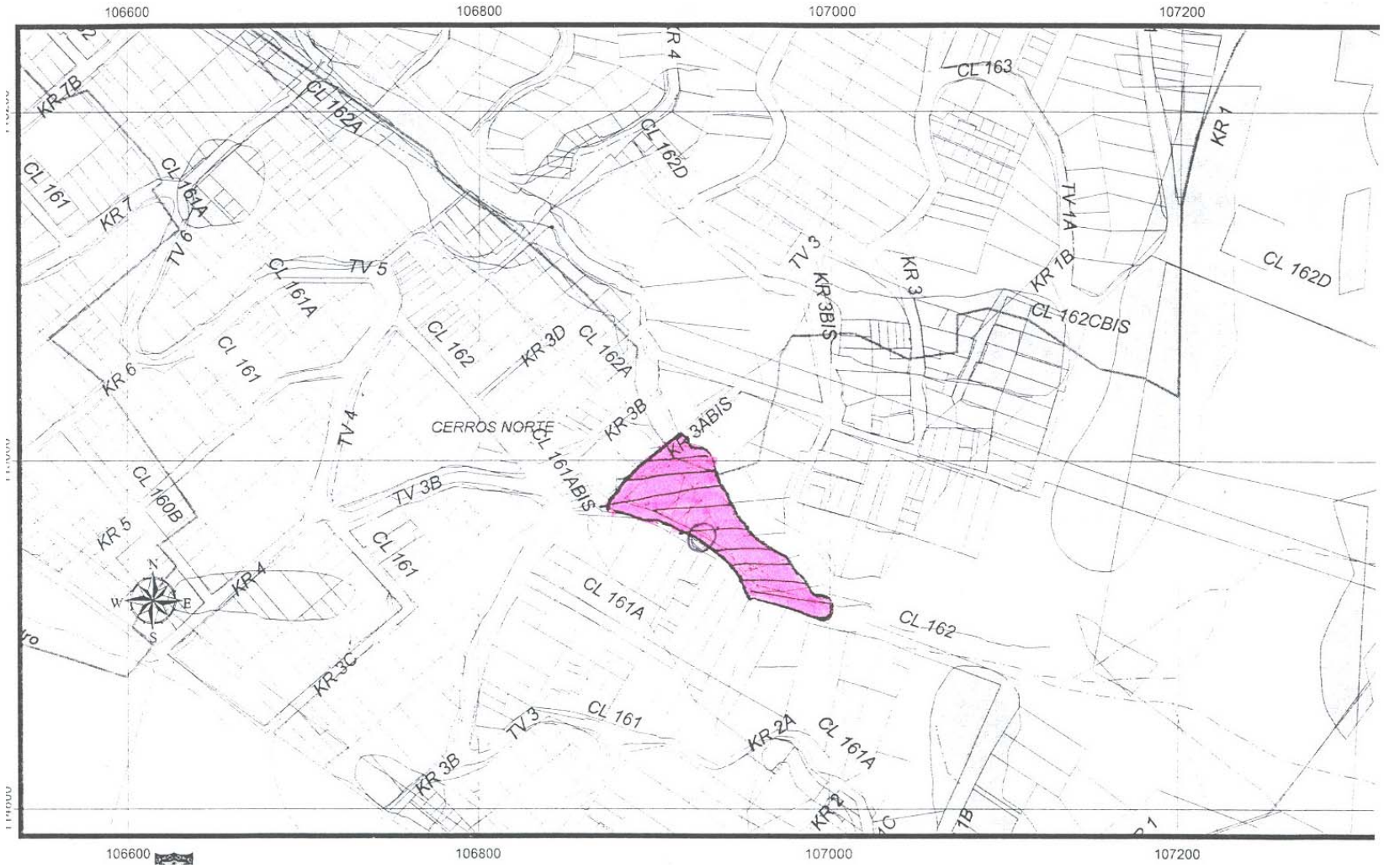


Figura 1-1 Localización de la zona de estudio – barrio Cerro Norte

2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

El proceso de inestabilidad del terreno que ocurrió en el barrio Cerro Norte, corresponde a un deslizamiento del tipo traslacional, sobre el que estuvieron involucrados materiales de relleno de la vía, los cuales sufrieron humedecimiento y saturación por la acción de la rotura de las tuberías de alcantarillado. El deslizamiento abarcó un ancho de 10 m, y conformó un escarpe de falla de 4 m, con lo cual se incomunicó el paso por la vía de acceso al barrio Arauquita.

El alcance del estudio es proporcionar una solución al deslizamiento y recuperar la banca de la vía, adicionalmente se revisará la estabilidad de la ladera, con el fin de identificar algún otro sitio que amerite alguna obra adicional en la vía y laderas vecinas.

A continuación se presenta el concepto técnico realizado por el DPAE para el sitio.

DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI- 2579
COORDINACIÓN TÉCNICA

2.1 Datos generales del evento

ATENDIÓ:				REPORTÓ:				
EQT:	10, 27 y 37	MOVIL:	5	Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá, COBB				
FECHA:	15-12-2005	HORA:	2:30 p.m.					
DIRECCIÓN:	Calle 162 con Carrera 3	ÁREA DIRECTA:		200 m²				
BARRIO:	Cerro Norte	POBLACIÓN ATENDIDA:						
UPZ:	11 San Cristóbal Norte	FAMILIAS	3	ADULTOS	16	NIÑOS	6	
LOCALIDAD:	1 Usaquén	PREDIOS EVALUADOS		4				

2.2 Evento

TIPO:	REMOCIÓN EN MASA	X	INUNDACIÓN		ESTRUCTURAL	

2.3 Descripción y causas

Deslizamiento rotacional en el talud vial localizado en la margen izquierda de la quebrada San Cristóbal, que generó la corona en la calle 162, con escarpe de aproximadamente 5.0 m de altura. Al parecer las causas del deslizamiento fueron la saturación del material que lo conforman: relleno de la estructura de la vía, capa orgánica e intercalaciones de areniscas arcillosas y limolitas, debido a las filtraciones o fugas en las redes de acueducto y/o alcantarillado del sector, además, de las lluvias registradas en la zona. El material deslizado está compuesto por la capa orgánica y el relleno de la estructura de la vía y tiene un volumen aproximado de 60.0 m³ que se acumuló entre las viviendas ubicadas en la Carrera 3A # 162-30 y Carrera 3A # 162-34, principalmente (Ver Figura 2-1 y Fotografías 2-1 y 2-2). El deslizamiento ocasionó el colapso de la parte posterior de la vivienda ubicada en la Carrera 3A # 162-30, la ruptura de la red de alcantarillado, una manguera de acueducto, el colapso de un poste de energía eléctrica y afectación en la banca de la vía. Es de anotar que el talud vial no presenta medidas de contención.

2.4 Esquema

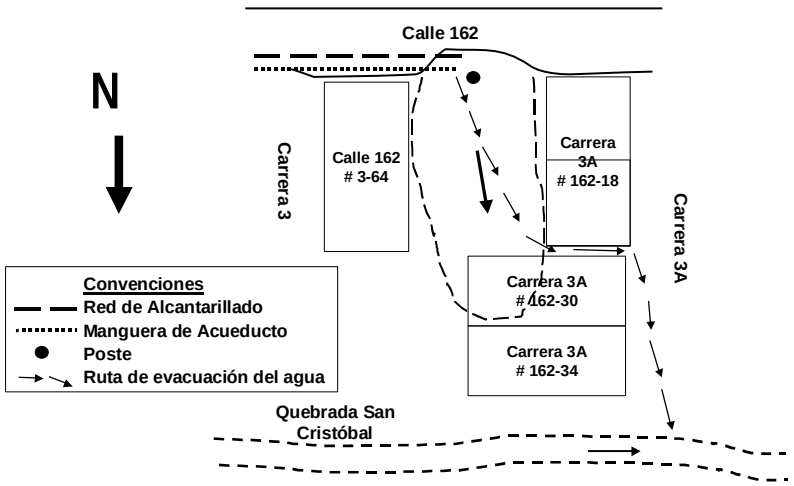


Figura 2-1 Esquema general del deslizamiento que afecto la Calle 162 entre Carreras 3 y 3 A del Barrio Cerro Norte de la Localidad de Usaquén



Fotografía 2-1 Vista general del deslizamiento que afectó la Calle 162 entre las Carreras 3 y 3A del Barrio Cerro Norte de la Localidad de Usaquén



Fotografía 2-2 Vista de escarpe generado por el deslizamiento

2.5 Afectación

#	NOMBRE (Cabeza Hogar)	DIRECCIÓN	TELÉFONO	P	A	N	DAÑOS EN VIVIENDA
1	Manuel Espinosa	Carrera 3A # 162-18	-	-	-	-	Ninguno en el momento de la inspección
2	Hernando Ropero Bermúdez / Luz Miriam Villamil	Carrera 3A # 162-30	6728655	11	8	3	Colapso de la parte posterior de la vivienda
3	Víctor Manuel Muñoz Castro	Carrera 3A # 162-34	5272919	5	4	1	Colapso de un muro exterior del segundo nivel en la parte posterior de la vivienda
4	Pablo Emilio Lombana / María Munar	Calle 162 # 3-64	5273304	6	4	2	Ninguno en el momento de la inspección

INFRAESTRUCTURA: SI [X] NO [ ] CUAL?

- Vía vehicular, Calle 162 entre Carreras 3 y 3ª.
- Poste de energía eléctrica.
- Red de alcantarillado.
- Manguera de acueducto (2” de diámetro), al parecer no oficial.

2.6 Riesgos asociados (Potenciales daños que se esperarían de no implementar las recomendaciones)

- Colapso de las viviendas comprometidas en el cuerpo de deslizamiento por los empujes del material depositado sobre las mismas.

2.7 Requerimientos

FAMILIA #	EVACUACIÓN				AYUDAS	
	SI	NO	DEF.	TEMP.	HUMANITARIAS	MITIGACIÓN TEMPORAL(Enunciar)
1		X			No	Ninguna
2	X			X	Sí	Ninguna
3	X			X	Sí	Ninguna
4	X			X	Sí	Ninguna

2.8 Acciones adelantadas

- Inspección visual del deslizamiento y evaluación cualitativa de daños y condiciones de estabilidad y habitabilidad de las viviendas.
- Instalación de cinta de seguridad en la parte superior de la corona del deslizamiento.
- Suspensión de la manguera de acueducto (2" de diámetro), al parecer no oficial
- Canalización del agua que vertían la red de alcantarillado por medio de zanjas que seguían la "Ruta de evacuación del agua" mostrada en la Figura 1; acción adelantada por parte del personal de la Defensa Civil.
- Se solicitó a través de la Red Distrital de Emergencias la presencia de CODENSA para el retiro del poste de energía eléctrica afectado por el deslizamiento.
- Solicitar a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, para que adelantará los trabajos tendientes a la suspensión de red de alcantarillado, con el fin de evitar mayor saturación de aguas a la masa deslizada.
- Solicitar la evacuación temporal de las viviendas pertenecientes a las familias de los señores Hernando Ropero Bermúdez, Víctor Manuel Muñoz Castro y Pablo Emilio Lombana.
- Adicionalmente, se solicitó la presencia de personal del Departamento Administrativo de Bienestar Social, DABS, con el fin de ayudar con los censos para la evacuación de las viviendas.

2.9 Recomendaciones

- Adelantar un estudio de estabilidad geotécnica del talud vial de la Calle 162 ubicado hacia la margen izquierda de la quebrada San Cristóbal, entre las carreras 3 y 3A, mediante el cual se definan las obras necesarias para garantizar la estabilidad del mismo e incluya las respectivas medidas de drenaje, para lo cual deberá contarse con la asesoría de personal idóneo.
- Implementar las recomendaciones derivadas del estudio mencionado anteriormente.
- Mantener evacuadas de manera temporal las familias de la viviendas de los señores Hernando Ropero Bermúdez, Víctor Manuel Muñoz Castro y Pablo Emilio Lombana, hasta que se restablezcan las condiciones de estabilidad del talud vial.
- A la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, realizar las reparaciones inmediatas de la red de alcantarillado sanitario afectada por el deslizamiento, a fin de evitar saturar las laderas del sector y que se generen nuevos movimientos.

2.10 Advertencia

El presente diagnóstico, sus conclusiones y recomendaciones están basadas en el reconocimiento de campo efectuado durante la atención de la emergencia; por tal razón, pueden existir situaciones no previstas en él y que se escapan de su alcance.

NOMBRE	DARWIN JAVIER ORTIZ GONZALEZ		
PROFESIÓN	INGENIERO CIVIL		
MATRÍCULA	25202-73973 CND		
			Elaboró
NOMBRE	PABLO ANTONIO GARZÓN CASARES		
PROFESIÓN	INGENIERO CIVIL		
MATRÍCULA	25202086145 CND		
			Elaboró
NOMBRE	CESAR FERNANDO PEÑA PINZÓN		
PROFESIÓN	GEÓLOGO – ESPECIALISTA EN GEOTECNIA		
MATRÍCULA	1751 CPG		
			Elaboró
Vo. Bo.	GEOL. DORIS SUAZA ESPAÑOL COORDINADORA TÉCNICA	Vo. Bo.	ING. FERNANDO RAMÍREZ CORTÉS DIRECTOR

3 ESTUDIO GEOLÓGICO

A continuación se presentan los resultados del levantamiento geológico, realizado entre los días 4 y 6 de enero de 2006.

3.1 Marco geológico regional

El área de estudio se ubica hacia la porción norte de los cerros orientales de Bogotá, que en el sector conforman morfología montañosa, con laderas largas de pendientes fuertes a abruptas.

Estructuralmente esta zona constituye el flanco occidental del denominado anticlinal de Usaquén (INGEOMINAS, 1997), estructura simétrica con rumbo sur norte, conformada por la formación Areniscas de Labor y Tierna del grupo Guadalupe. El buzamiento general de los estratos es hacia el noroeste, con valores suaves – entre 10º y 20º.

El límite entre el sector montañoso y la planicie occidental de la Sabana, que aproximadamente corresponde con la carrera 7ª, coincide con el trazo de una falla de carácter inverso y buzamiento al oriente, denominada falla Alto el Cabo (INGEOMINAS, 1997).

3.2 Litoestratigrafía

Los afloramientos de la formación Areniscas Labor y Tierna (Ksglt), en el área están conformados por bancos de areniscas grises de grano medio a grueso, cuarzo – feldespáticas, con intercalaciones de arcillas esquistosas. Las areniscas tienden a ser friables, especialmente en presencia de agua. Fotografía 3-1.



Fotografía 3-1 Afloramiento rocoso al oeste del área.

Sobre las rocas de Ksglt se desarrollan en el área una amplia serie de depósitos: fluvio glaciales (Qfg), los cuales ocupan el fondo del valle de la quebrada San Cristóbal,

depósitos coluviales (Qcl), de talus (Qta), y diversos rellenos antrópicos propios del carácter sub–urbano del sector.

La composición de los depósitos es variable, aún dentro de cada uno de ellos. El depósito fluvio glacial que ocupa el fondo del valle de la quebrada San Cristóbal así como el arroyo afluente sobre su margen izquierda (Qfg), es predominantemente matriz soportado: arcilla limosa envolviendo bloques sub – angulares de arenisca y gravas de la misma composición. Estas últimas se presentan de manera puntual, incrementándose su presencia hacia la parte alta del valle y en el cauce del arroyo afluente (ver Fotografía 3-2).

El depósito coluvial (Qcl) y el de talus (Qta) presentan bolos y bloques sub angulares en matriz arcillo–arenosa. El depósito de talus es clasto soportado, mientras que el coluvión es predominantemente matriz – soportado.

Los rellenos antrópicos son heterogéneos, aunque predomina la fase fino – granular.



Fotografía 3-2 Panorámica de la vertiente suroccidental de la Q. San Cristóbal (área de estudio)

3.3 Geología estructural

Los afloramientos de Ksglt que circundan el área muestran buzamientos suaves – entre 12º y 22º al noroeste (entre 300 y 310 de azimut). Se identificaron varios planos de fracturas, que contribuyen a la conformación de bloques inestables, lo cual se refleja en los amplios depósitos de talus que cubren las laderas medias en ambas vertientes de la quebrada San Cristóbal.

3.4 Geomorfología

La unidad morfológica dominante en el área es el valle de la quebrada San Cristóbal, que es un valle angosto, alargado en dirección noroeste, con pendientes moderadas (45° a 30°) a suaves (<30°). Los flancos del valle están conformados en su porción superior por rocas de Ksglt, cuya dirección de buzamiento coincide con la dirección del valle. La parte media de ambas vertientes esta conformada por depósitos de ladera, predominando los de talus (Qta) y coluviales (Qcl). Aunque en sitios localizados se presentan pendientes superiores a los 45°.

La pendiente aumenta desde el fondo del valle hacia sus flancos: de suave a moderada en el fondo (correspondiente a Qfg), moderada a fuerte en la parte media (dominada por depósitos de ladera – Qta y Qcl -), y fuerte a abrupta en la parte alta de las vertientes del valle, dominadas por rocas (Ksglt).

3.5 Procesos erosivos

El deslizamiento que hizo fallar la banca de la vía en el sector se originó por agua, proveniente de una tubería de aguas negras, la cual se infiltró en el relleno realizado para la vía, el cual estaba fundado sobre un delgado remanente de depósito fluvio glacial (Qfg), que a su vez reposa sobre areniscas de Ksglt, que buzan diagonal a desfavorablemente respecto de la ladera, tal como se muestra en los Planos 2 y 4 (Fotografía 3-3).



Fotografía 3-3 Detalle en el deslizamiento.

La alta intervención y ocupación de la ladera que conforma la vertiente sur – occidental de la Q. San Cristóbal dificulta apreciar procesos erosivos. Sobre la otra margen se aprecia reptamiento, en depósitos fluvio glaciales y de talus, con pendiente moderada a fuerte. En algunos puntos de la vía sobre la parte alta de esta margen de la quebrada (derecha), se aprecian algunos bloques potencialmente inestables, si bien el riesgo es bajo debido a la poca altura del corte (Fotografía 3-4).



Fotografía 3-4 Panorámica de la margen derecha de la Q. San Cristóbal.

4 ESTUDIO GEOTÉCNICO

4.1 Exploración de campo

La exploración de campo consistió en la ejecución de 4 sondeos mecánicos, 3 apiques y 4 trincheras exploratorias, distribuidos en el sitio del deslizamiento y en el área aledaña de influencia. En el Plano 1 se muestra la ubicación de la exploración.

Los sondeos 1, 2 y 4 fueron realizados hasta una profundidad de 8 m, y el sondeo 3 se ejecutó hasta 6.5 m. Durante las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar (SPT), y la recuperación de muestras en tubo de cuchara partida para los ensayos de clasificación y muestras de roca en núcleos para los ensayos de resistencia.

La profundidad promedio de los 3 apiques fue 2.0 m, sobre los cuales se recuperaron muestras en bolsa para los ensayos de clasificación, la localización de los apiques se distribuyó en el depósito coluvial.

Las trincheras 2 y 4 se realizaron en los puntos donde afloraba la roca, la trinchera 1 se hizo sobre el depósito fluvio glacial y la trinchera 3 se efectuó para verificar la continuidad del depósito fluvio glacial en la margen izquierda de la Qda. San Cristóbal.

Los perfiles estratigráficos se muestran en los registros gráficos del Anexo 2.

4.2 Ensayos de laboratorio

A partir de las muestras obtenidas de la exploración de campo se programó una serie de ensayos de laboratorio con el fin de obtener las propiedades índice de clasificación y los parámetros de resistencia de los materiales existentes. Los ensayos realizados consistieron en humedad natural, límites de consistencia, peso unitario, contenido de material orgánica, granulometría, resistencia a la compresión simple, cortes directos en suelo y roca y compresión en roca. En la Tabla 4-1 se presenta el número de ensayos realizados.

Tabla 4-1 Cantidad de ensayos de laboratorios ejecutados

Prueba de laboratorio	No. de ensayos
Humedad natural	13
Límites de consistencia	6
Peso unitario	9
Contenido de material orgánica	4
Granulometría	4
Resistencia a la compresión simple	2
Cortes directos en suelo	3
Cortes directos en roca	2
Compresión en roca	2

Los resultados de los ensayos de laboratorio se resumen en la Tabla 4-2.

4.3 Caracterización geotécnica

Con base en la evaluación geológica y geomorfológica, la exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio, el área de estudio se caracterizó en 5 materiales que se describen a continuación:

Material 1: Rellenos antrópicos: Relleno areno-limoso amarillo, de humedad media, no plástico, no líquido, con presencia de raíces.

- Contenido de humedad natural: Wn = 22.6%.
- NP-NL
- Peso unitario total: γt =1.81 ton/m³.
- Peso unitario seco: γd =1.47 ton/m³.
- Número de golpes ensayo SPT: 1 - 3 golpes/pie
- Ángulo de fricción: ϕ= 28.7º

Material 2: Relleno de limo café con raíces.

- Contenido de humedad natural: Wn = 77.4%.
- Límite plástico: LP = 55.1%.
- Límite líquido: LL = 93.1%.
- Índice de Plasticidad: IP = 38%.
- Peso unitario total: γt =1.59 ton/m³.
- Peso unitario seco: γd =1.22 ton/m³.
- Número de golpes ensayo SPT: 4 - 7 golpes/pie
- Resistencia al corte no drenada Cu = 2.3 ton/m².
- Ángulo de fricción: ϕ= 30.4°

Material 3: Fluvio glacial: Limo negro con gravas.

- Contenido de humedad natural: Wn = 60.4%.
- NP-NL
- Peso unitario total: γt = 1.48 ton/m³
- Peso unitario seco: γd = 0.925 ton/m³
- Contenido de materia orgánica: MO =1.2%
- Resistencia al corte no drenada Cu = 1.5 ton/m².
- Número de golpes ensayo SPT: 2 - 4 golpes/pie
- Cohesión: c` = 0.9 ton/m².
- Ángulo de fricción: ϕ= 33.8º

Material 4: Arena gris con gravas

- Contenido de humedad natural: Wn = 14.0%.
- Peso unitario total: γt =1.95 ton/m³.
- Peso unitario seco: γd =1.71 ton/m³.
- Número de golpes ensayo SPT: 16-26 golpes/pie
- Cohesión: c` = 0.3 ton/m².
- Ángulo de fricción: ϕ= 32.0º

Material 5: Roca Arenisca

- Contenido de humedad natural: Wn = 16.0 %.
- Peso unitario total: γt = 2.16 ton/m³
- Peso unitario seco: γd = 1.86 ton/m³
- Número de golpes ensayo SPT: >50 golpes/pie
- Resistencia a la compresión Cu = 920 – 1230 ton/m².
- Cohesión c` = 12.3 ton/m².
- Ángulo de fricción: ϕ= 33.2º

En relación con el alto contenido de humedad que presentan la muestra 4 del sondeo 2, este se explica, debido a que se encuentra en una zona de acumulación de agua, donde por otra parte el nivel freático es superficial.

Tabla 4-2 Resultados de pruebas de laboratorio

					PROPIEDADES INDICE (%)					Contenido de:			PESO UNITARIO		RESISTENCIA NO DRENADA, Cu	Módulo de elasticidad no drenado	Ensayo de corte		Contenido de Materia Orgánica	Peso Específico	RESISTENCIA AL CORTE, Cu Compresión de roca
PERFORACION	MUESTRA	Descripción	PROFUNDIDAD DE	PROFUNDIDAD HASTA	Contenido de Humedad	Límite Liquido	Límite Plastico	Indice Plasticidad	Clasificación	Gravas (%)	Arena (%)	Finos (%)	Total (ton/m³)	Seco (ton/m³)	Compresión inconfinada ton/m2	Eu (ton/m²) ton/m²	Cohesión (ton/m²)	Ángulo de fricción (máximo)	%	Gs	(ton/m²)
S1	M1	Relleno arcillo limoso gris, de plasticidad baja, con oxidaciones.	0,5	1	22,6	26,7	18,7	8	CL				1,812	1,479							
	M3	Arena limosa de color habano	2	2,35	14				SM	3,9	54,5	41,6	1,956	1,716						2,658	
	M5	Limo arenoso habano, con algo de grava, presencia de oxidaciones	4	4,4	13,1				ML	4,4	42,9	52,7									
	M9	Arenisca habano con intercalaciones grises	7,2	8					Roca				2,192				** 2,6	** 17,9			1230,6
S2	M3	Limo orgánico negro, con raíces y fragmentos de escombros de construcción	1,5	2	77,4	93,1	55,1	38	MH												
	M5	Arcilla limosa de color café - habano, con raíces, plasticidad alta.	2	3	75,4	78,8	34,2	44,6	CH												
S3	M2	Arena limo gravosa color gris, con puntos orgánicos	1,6	2	12,6				SM	14,2	48,1	37,7									
S4	M2	Relleno limo gravoso color gris, platicidad baja	1	1,5	30,6	32,9	24,2	8,7	ML											2,534	
	M4	Arena gravo limosa, color habano gris	2,5	3	13,2				SM	38,1	39,2	22,7									
	--	Arenisca de grano fino, color habano - gris	7,2	8					Roca				2,213								902,9
AP3	M1	Limo de color café oscuro a negro, con fragmentos de arenisca	0	0,7	62,6								1,614	0,992	1,5	75,7			1,2		
	M1	Limo de color café oscuro a negro, con fragmentos de arenisca	0	0,7													** 0,9	** 33,8			
TR1	M1	Limo arcilloso de color café, plasticidad alta	1,8	2	75,9	98,6	52,3	46,3	MH												
	M2	Arcilla algo arenosa de color gris, de baja plasticidad, con oxidaciones.	2,2	2,5	21,6	25,9	19,2	6,7	CL				1,913	1,574					0,4		
TR2	M2	Limo arenoso, color café oscuro	3	3,2	30,2								1,592	1,222	2,3	191,7	* 3,7	* 35,5	1,9		
	M2	Limo arenoso, color café oscuro	3	3,2													** 3,1	** 30,4			
	M3	Arenisca friable de color habano, con oxidaciones.	7,3	7,8					Roca				2,206	1,901			* 12,3	* 33,2			
AP1	M1	Limo orgánico, color negro.	1	1,2	60,4								1,483	0,925					3,2		

* Ensayo realizado a humedad natural

** Ensayo realizado en condición de saturación

5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en la topografía del sitio, la evaluación geológica y geotécnica de campo, y en la caracterización de materiales, se definieron 5 secciones de análisis representativas de los cambios de pendientes más sobresalientes en la topografía y que reflejan las condiciones de estabilidad de las laderas en el área de estudio.

Las secciones se presentan en el Plano 4, en el que se ilustran los perfiles geológicos.

5.1 Análisis de estabilidad

El análisis de estabilidad consistió en el determinación de las superficies de falla crítica para todas las secciones de análisis, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions) mediante el método de equilibrio límite de Bishop (1955), el cual permite definir diferentes modelos de falla para distintas configuraciones y propiedades de los materiales, condiciones de agua, y de cargas tanto estáticas como dinámicas.

Los parámetros empleados en los análisis de estabilidad para todas las secciones, se muestran en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad.

No.	Materiales	Peso Unitario (kN/m^3)	Cohesión c (kN/m^2)	Ángulo de fricción ϕ (º)
M1	Rellenos antrópicos	18.1	2.2	28.7
M2	Relleno limo café	15.9	4.5	30.4
M3	Limo orgánico con gravas	14.8	9.0	33.8
M4	Arena gris con gravas	19.5	3.0	32.0
M5	Arenisca	21.6	123.0	33.2

Para el caso del limo café, los parámetros de resistencia se obtuvieron a partir del retroanálisis de la sección 2 (antes de la falla), en la que se consideró la vía existente conformada por el relleno antrópico, la capa de limo café y la roca arenisca, con un nivel de agua a una profundidad de 1.5 m, simulando la saturación que le causó la rotura de la tubería.

Adicionalmente, tendiendo en cuenta que los resultados de laboratorio para el limo café presentan una componente de cohesión alta, se decidió, comparar con los parámetros obtenidos del ensayo SPT para el relleno, y de esta forma estimar la cohesión que presenta el limo para la condición sin sismo y con agua, que representa el estado de falla para la sección 2.

En relación con los materiales relleno antrópico y relleno limo café con raíces, la cohesión para cada uno se determinó a partir del retroanálisis efectuado en la sección 2, para los demás materiales se emplearon los parámetros obtenidos de los ensayos de laboratorio, en condición de humedad natural para la arenisca y condición saturada para el resto de materiales.

- Los niveles de agua se tomaron a una profundidad de 1.5 m, la cual representa el estado promedio del nivel freático en la ladera.

- Para la condición de sismo, el sitio se ubica en la Zona 1 (Cerros) de la Microzonificación Sísmica de Bogotá, con una aceleración horizontal máxima o pico de A_H = 0.24g. Sin embargo, dado que para los análisis seudo-estáticos los valores del coeficiente de aceleración horizontal promedia (durante la duración significativa del evento sísmico) es del orden de 2/3 A_H, se asumió un valor de coeficiente de aceleración de 0.20g que corresponde al 83.3% del valor pico, el cual es representativo de un evento sísmico severo (periodo de retorno del orden de 475 años). Adicionalmente, para el caso de un evento sísmico con una mayor probabilidad de ocurrencia, típico en la ciudad durante los últimos siglos, correspondiente a un periodo de retorno del orden de 100 años, se tomó un valor del coeficiente de aceleración horizontal de 0.10g.

- Los parámetros de resistencia se supusieron de la siguiente forma:

- Para la alternativa de diseño del muro de contención en el sitio de la falla (sección 2), se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 5-2. Parámetros geomecánicos de materiales de construcción.

Material	Peso unitario (ton/m³)	Cohesión c´ (ton/m²)	Ángulo de fricción (°)
Concreto	2.4	210	35
Relleno granular	1.8	1	33
Tierra armada	1.8	2	31

El nivel de cimentación del muro corresponde a la roca arenisca, cota 2684, la cual aflora en el sitio. En el Plano 9 se presentan los detalles del muro.

Los resultados de los Factores de Seguridad (FS) teniendo en cuenta condiciones estáticas, dinámicas y de variaciones del nivel freático se presentan en la Tabla 5-2.

En el Anexo 3 se presentan los resultados gráficos de los análisis de estabilidad ejecutados para evaluar la estabilidad de la ladera.

Se observa que para la condición actual (sin agua y sin sismo) el caso más crítico corresponde al talud de la sección 2, donde se generó la falla; en esta sección al saturar parcialmente el talud se baja el FS generando la falla. Los demás sitios presentan valores de FS en condición actual estables.

Los factores de seguridad para la sección 2, considerando la construcción del muro en concreto, el relleno y el muro en tierra armada, se presentan en la Tabla 5-4.

Tabla 5-3. Factores de seguridad para las secciones de análisis

SECCIÓN No.	CONDICIONES			Factor de seguridad
	Sismo (0.2)	Sismo (0.1)	Nivel Freatico	
1	sin	sin	sin	1.315
	con	sin	sin	1.005
	con	sin	con	0.781
	sin	con	sin	1.145
	sin	con	con	0.896
	sin	sin	con	1.035
2	sin	sin	sin	1.470
	con	sin	sin	1.037
	con	sin	con	0.678
	sin	con	sin	1.224
	sin	con	con	0.816
	sin	sin	con	0.998
3	sin	sin	sin	1.933
	con	sin	sin	1.346
	con	sin	con	1.125
	sin	con	sin	1.594
	sin	con	con	1.368
	sin	sin	con	1.664
4	sin	sin	sin	2.961
	con	sin	sin	1.845
	con	sin	con	1.287
	sin	con	sin	2.285
	sin	con	con	1.611
	sin	sin	con	2.102
5	sin	sin	sin	1.388
	con	sin	sin	0.991
	con	sin	con	0.693
	sin	con	sin	1.167
	sin	con	con	0.836
	sin	sin	con	1.013

Tabla 5-4 Factores de seguridad para la Sección 2 con obras

SECCIÓN No.	CONDICIONES				Factor de seguridad
	Sismo (0.2)	Sismo (0.1)	Nivel Freatico	Saturado	
2 con Obras	sin	sin	sin	sin	6.586
	con	sin	sin	sin	5.225
	con	sin	sin	con	4.753
	sin	con	sin	con	5.306
	sin	sin	sin	con	5.971
	con	sin	con	sin	5.218
	sin	con	sin	sin	5.853
	sin	con	con	sin	5.842
	sin	sin	con	sin	6.574

Para el sitio donde se presentó la falla, la construcción de la estructura de contención recomendada (muro de concreto más tierra reforzada) logra estabilizar la vía bajo las condiciones extremas posibles.
Sin embargo, se observa que en el caso de presentarse una saturación parcial o total de las otras secciones los valores de FS decrecen considerablemente, pudiendo llevar a tramos de las secciones a condiciones inestables. Esto implica la necesidad de que en el futuro la EAAB garantice el correcto funcionamiento de todas las redes de acueducto y alcantarillado existentes a lo largo de la vía, para evitar la generación de nuevos problemas en sitios aledaños.

De igual forma en el caso de un sismo severo, con los parámetros geomecánicos medidos en laboratorio y asumidos mediante correlaciones, se espera que se presenten algunas condiciones de inestabilidad local. Para el caso de sismo con periodo de retorno de 100 años se obtienen valores de FS ≥ 1.0 (talud estable), siempre y cuando no se tengan niveles freáticos altos en el talud.

6 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Por las características del problema y de los alcances del estudio, la amenaza en el presente informe se evaluó en forma indicativa mediante la metodología de Ramírez y modificada por González - Millán (1998), de la cual se tuvo en cuenta las siguientes variables: pendiente del terreno, las características del terreno (susceptibilidad de los materiales al deslizamiento) y el nivel del agua.

Para la caracterización de las pendientes se empleo un “plano de pendientes”, las cuales se dividieron de acuerdo con los intervalos propuestos por Dalrymple (1968). A cada pendiente se le asigna un puntaje el cual permite, en combinación con variables de materiales y nivel de agua, evaluar la amenaza para la zona de estudio. En la Tabla 6-1 se presentan los rangos tomados para las pendientes (Plano 5).

Tabla 6-1. Clasificación de pendientes, Dalrymple (1968)

SUBZONAS	PENDIENTE (Grados)	PUNTAJE (A)
Interfluvio	0 – 2	29
Ladera con infiltración	3 – 7	19
Ladera con reptación	18 – 58	8
Escarpe o ladera rectilínea	> 58	19
Ladera intermedia de transporte	36 – 58	6
Ladera coluvial	9 – 36	6
Aluviones	0 – 7	21
Ladera de cauce	> 84	6

Para la caracterización de la susceptibilidad a la cual se encuentran expuestos los materiales, se evalúo el Factor de Seguridad (FS) y el ángulo del talud crítico que se produce en cada material. En todos los casos se asumió el nivel de agua a una profundidad de 1.5 m. De esta manera se construye un gráfica de FS vs inclinación de talud, en la cual se determina el FS característico para cada material, tal y como se muestra en la Figura 6-1.

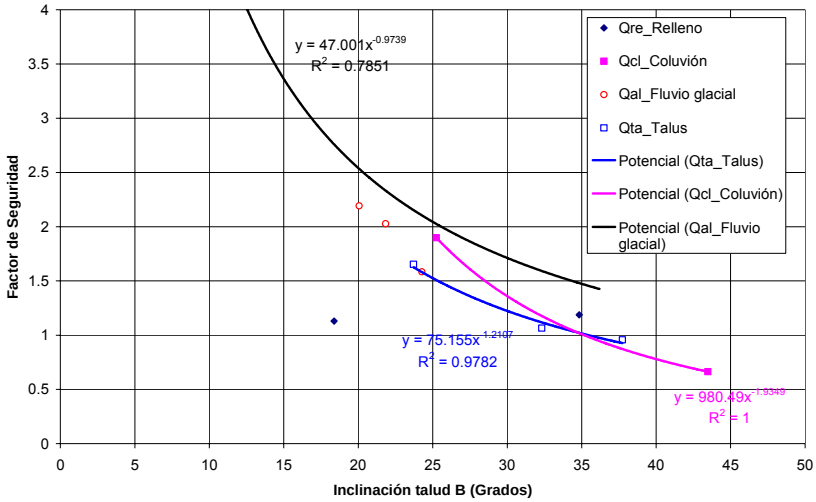


Figura 6-1 Factor de seguridad vs. Inclinación del talud.

De los resultados presentados en la Tabla 5-3, se observa que en general la amenaza alta por deslizamiento se presenta en la zona donde ocurrió el deslizamiento y en el talud occidental a este sitio. Adicionalmente, se observa amenaza alta en la parte nor-occidental donde se tiene el depósito coluvial con mayor pendiente.

En amenaza media se encuentra el sector superior aferente a las secciones 3 y 5 donde la ladera presenta pendientes altas en parte por los cortes realizados para la apertura de la vía y de las casas localizadas por debajo de la vía.

La amenaza baja se reporta para las zonas con pendientes moderadas a suaves y que se encuentran en la mayor parte de la zona de estudio. En el Plano 6 se muestra la zonificación indicativa de amenaza, determinada a partir del estudio de las variables pendiente, materiales y nivel del agua.

7 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

7.1 Vulnerabilidad Física

La vulnerabilidad física (viviendas), se expresa como una medida del grado de soporte o resistencia que presente una edificación ante la ocurrencia de un evento destructor, en este caso el deslizamiento, para ello se empleo como criterio de medida la tipología de las viviendas en el área de estudio.

Dicha calificación de la calidad de la edificación, se obtiene de la encuesta socioeconómica, en la Tabla 7-1 se presenta la clasificación que por vulnerabilidad física se considera en el estudio para el Sitio 1 - Cerro Norte.

Tabla 7-1 Clasificación de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad Física	Descripción
Alta	Vivienda con muros portantes no confinados, estructuras en materiales de recuperación o viviendas prefabricadas.
Media	Edificación con muros portantes no confinados o combinación de confinados y pórtico con muros no confinados.
Baja	Pórtico, mampostería estructural, muros portantes confinados.

En el Plano 7 se presenta la zonificación por vulnerabilidad física para la zona de estudio.

7.2 Inventario de Viviendas

A las 11 viviendas localizadas dentro de la zona de estudio se les realizó una encuesta socio-económica, en la cual se evaluó básicamente el estado de la construcción, la calidad de los materiales, la capacidad económica de los residentes y la percepción que tienen sobre los problemas relacionados principalmente con el deslizamiento ocurrido en el barrio. Los resultados obtenidos a partir de las encuestas son los siguientes:

- Las construcciones se encuentran localizadas de manera uniforme en la ladera, el 36 % se ubican en la corona y en la media ladera; y el 28 % restante están en la base del talud, con límite natural representado por la Qda. San Cristóbal. El 55% de las viviendas se consideran completas.

- El conjunto de viviendas encuestadas se encuentran actualmente habitadas y predominan las construcciones unifamiliares con el 64% del total. El 90% se encuentran habitadas por sus propietarios. Adicionalmente, el número de residentes oscila entre 2-14. El 36% corresponde a viviendas ocupadas con 2 a 3 personas y en el 18% viven de 12 a 14 personas, lo que indica una alta densidad poblacional en algunas viviendas. Con respecto a la población infantil, en todos los hogares existe por lo menos un niño, llegando inclusive a existir 11 niños en una vivienda.

- Las construcciones cuentan con uno o dos pisos como máximo, predominando las viviendas de un piso con el 73 % del total; como entrepiso tan solo el 18 % tienen estructura de concreto y el restante 82 % utiliza otro tipo de material. En la cubierta se utilizan elementos de asbesto cemento, concreto y zinc, soportados en estructuras de madera y concreto principalmente.

- Estructuralmente predominan los sistemas aporticados y en menor porcentaje las viviendas con sistemas en mampostería estructural, muros portantes confinados, prefabricados y mixtos. En cuanto al tipo de cimentación la mayoría de las viviendas utiliza zapatas con vigas de amarre o losas de concreto ciclópeo, soportadas sobre un estrato rocoso y en algunos casos sobre suelo residual y depósitos coluviales. En general, las construcciones se consideran de buena y regular calidad.

- Los elementos estructurales correspondientes a muros portantes y estructurales, columnas, vigas, nudos de los pórticos, escaleras, pisos y cubiertas no presentan ningún daño en la mayoría de las viviendas. Existen daños bajos en algunas estructuras que no afectan actualmente la estabilidad de las construcciones.

- Con respecto a los elementos no estructurales correspondientes a muros exteriores, muros interiores, instalaciones eléctricas y líneas de acueducto, el 91% de las construcciones no presenta ningún tipo daño. Se consideran leves los daños encontrados en el 9 % restante.

- Una de las construcciones fue afectada por un deslizamiento del terreno y en otra se considera que la toda la construcción presenta daños leves. No se presentan filtraciones en la mayoría de las viviendas del sector y en la totalidad de las construcciones han sido leves las recomendaciones en caso de medidas urgentes, referentes a fenómenos de remoción en masa.

- La totalidad de viviendas cuenta con los servicios públicos de acueducto y energía eléctrica; el 64 % cuenta con los servicios de gas natural y teléfono; y tan solo el 27 % cuenta con el servicio de alcantarillado. Las calles no están pavimentadas.

Los resultados de la encuesta en forma de histograma se presentan en el Anexo 4.

8 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Para la evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa se empleó la matriz de decisión propuesta por González (2005), la cual se muestra en la Tabla 8-1, en ella se combinan los resultados de las evaluaciones de amenaza por fenómenos de remoción en masa y vulnerabilidad de las viviendas.

Tabla 8-1 Matriz de Riesgo

		AMENAZA		
		ALTA	**MEDIA**	**BAJA**
VULNERABILIDAD	**ALTA**	ALTA	ALTA	MEDIA
	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA

El resultado de esta evaluación de riesgo se muestra en el Plano 8, en el cual se observa que en riesgo alto se tiene la casa 4 con nomenclatura Cra 3 A No. 162 – 30, la cual se encuentra expuesta por la precaria calidad de la construcción.

Sin embargo, para el caso del sitio donde ocurrió el deslizamiento, el hecho de pasar de amenaza alta a amenaza baja con la construcción del muro se llega a un riesgo bajo.

Finalmente, se aclara que la evaluación del riesgo es únicamente INDICATIVA, por las aproximaciones asumidas; lo cual implica que para la toma de decisiones sobre reubicaciones de habitantes bebería realizarse un estudio más detallado.

9 MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS

Para dar solución al problema de recuperación de la banca de la vía se propuso la construcción de un muro de concreto reforzado en una longitud de 16.0 m, complementado con un muro en tierra armada en la parte superior y que servirá para dar el nivel de la vía. El muro en concreto constará de 3 secciones de altura variable tal como se muestra en la Tabla 9-1. En la Figura 9-1 se presentan en planta las obras propuestas y en las Figuras 9-2 a 9-4 las secciones representativas.

Tabla 9-1 Secciones de muro de concreto

Sección	Longitud (m)	Altura (m)
A	3.45	5.00
B	8.50	4.00
C	4.50	3.20

Dada la presencia del afloramiento de roca cerca del escarpe del deslizamiento, el muro de concreto se construirá 2.0 m alejado del derecho de vía del actual corredor, por lo tanto será necesario la adquisición de parte del predio en el que se levantará el muro. Sobre el muro en concreto se construirá un muro flexible en tierra armada el cual permitirá la recuperación del nivel de la vía, la pendiente del muro será 1v:1h. El muro en tierra armada tendrá en promedio 9 capas de geotextil tejido, de 3.3 m de longitud cada una.

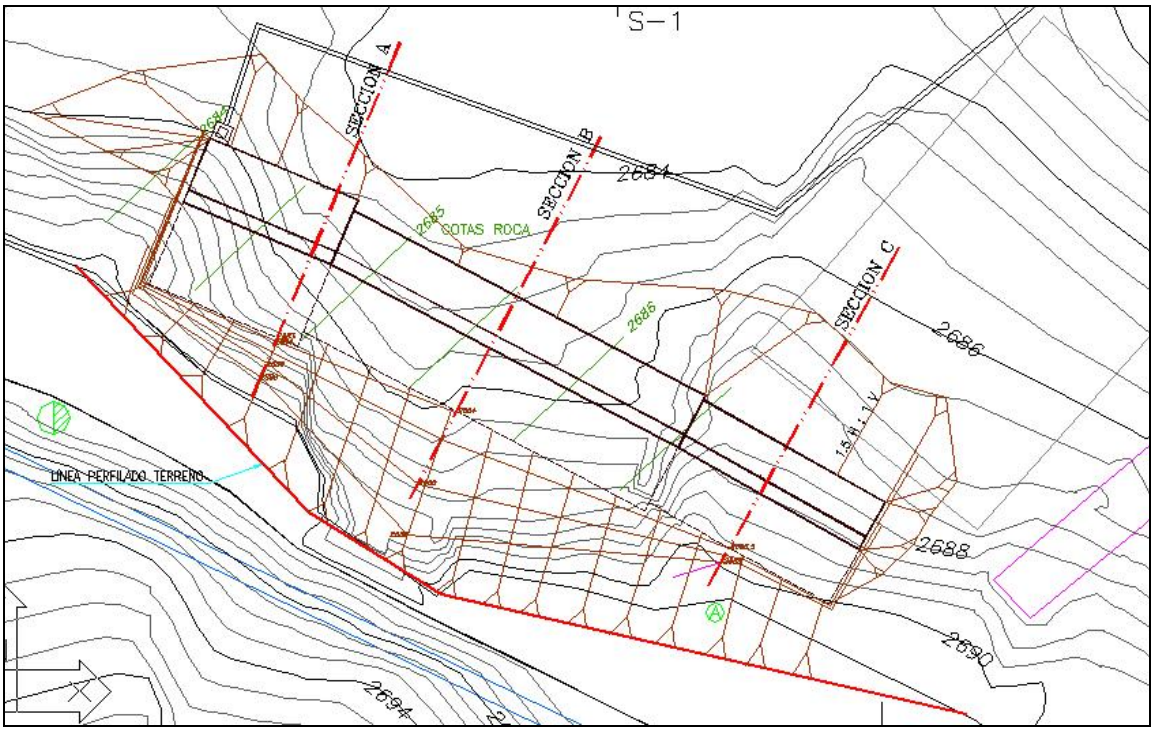


Figura 9-1 Localización de obras de estabilización

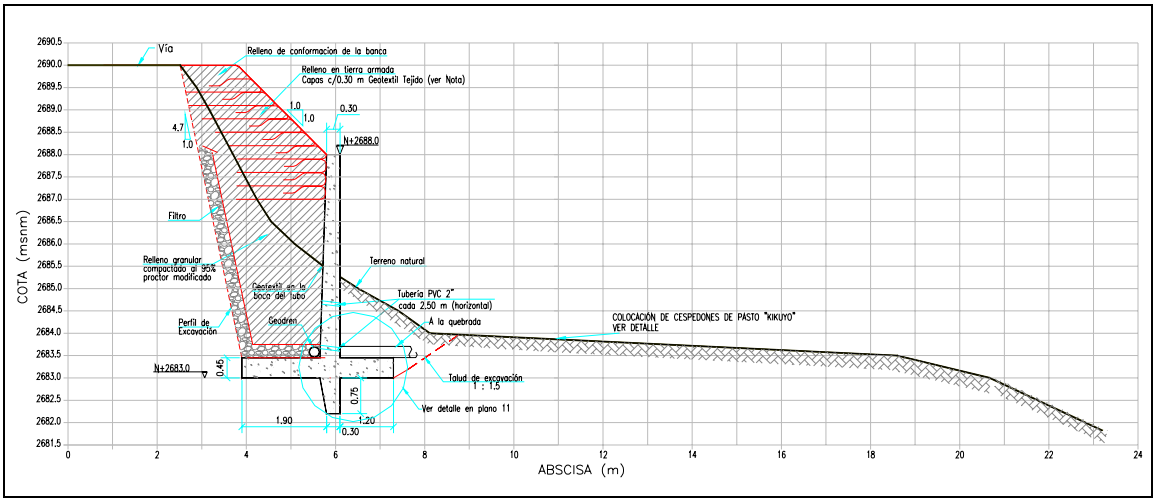


Figura 9-2 Sección A

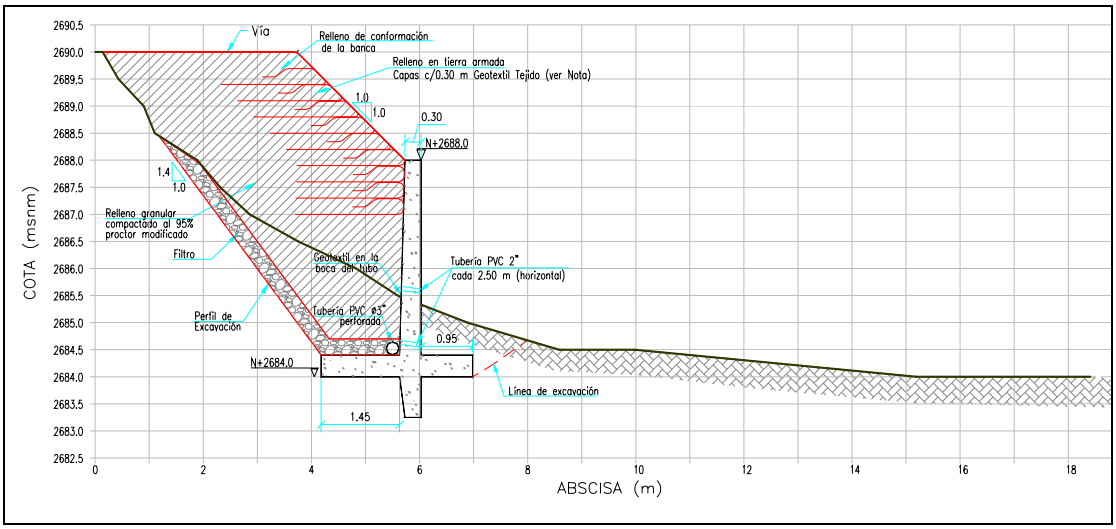


Figura 9-3 Sección B

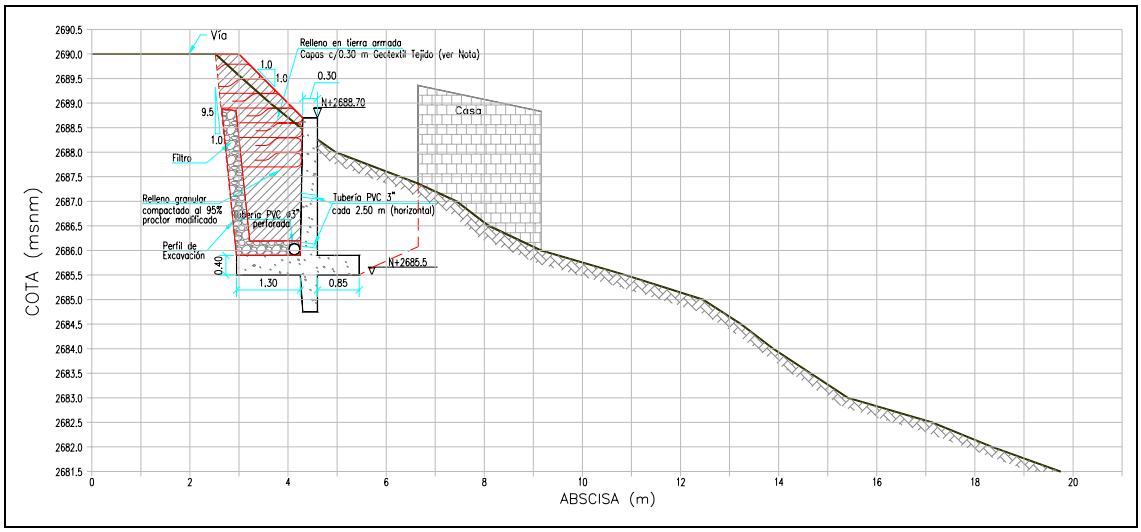


Figura 9-4 Sección C

Para la construcción de la solución se requiere la limpieza de material de relleno y la capa de limo orgánico debe retirarse totalmente en una longitud igual a la que tendrá el muro (16.0 m).

Los taludes que se generan durante la ejecución de las excavaciones son en roca y no requieren de ningún tipo de soporte durante los trabajos de excavación. Los trabajos de excavación para la cimentación del muro, afectan parte de lote de la Casa 7 (Cll 162 No. 3-64), por lo tanto se recomienda la compra del área en cuestión.

El alineamiento de las tuberías de alcantarillado y acueducto debe relocalizarse por fuera de la zona de tierra armada para evitar que cualquier deformación genere filtraciones que humedezcan la tierra armada y produzcan una falla del talud (Plano 9). La cota clave de las tuberías del nuevo alineamiento debe ser la misma que tienen las tuberías existentes en la vía. Previo a la construcción se deben verificar la cota clave en los pozos presentes.

La tubería debe quedar apoyada en una estructura metálica tipo cercha que impida cualquier desplazamiento aún en caso de sismo.

Para los tramos de tubería a reubicar se recomienda la adopción de una pendiente de 0.3%, que permita un escurrimiento a flujo libre del agua lluvia.

En relación con la protección de la tubería se debe seguir los requerimientos de la Norma NS-35 V3.1"Cimentación de Tuberías" de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en especial atención al numeral 4.6 referente a la evaluación de las condiciones de carga en las que trabajara la tubería.

En general los materiales empleados en la cimentación de las tuberías deben cumplir las siguientes características[*]:

- No deben tener características expansivas, colapsibles, erodables o cársticas.
- Los materiales no deben tener materia orgánica.

[*] Norma NP-40 V4.0 "Rellenos" de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Marzo de 2004

- Deben estar constituidos por material limpio, resistente, duro, durable.
- No pueden ser desintegrables, deleznables, meteorizables ni solubles.
- Deben estar sanos, sin agrietamientos, sin exceso de partículas planas y/o blandas.

La instalación de las capas de geotextil debe hacerse con los procedimientos tradicionales, procurando mantener entre la última capa de geotextil y el nivel de la vía un espesor mínimo de 0.40 m.

El material granular del relleno se colocará por capas no mayores a 20 cm logrando una densidad como mínimo del 95% de la máxima obtenida en el ensayo de Próctor Modificado y deberá presentar un CBR igual o superior al 30%.

Como alternativa de protección de la tierra armada, se plantea el empleo de una biomanto o biomalla que permita mantener el suelo orgánico y las semillas en el talud, hasta que la vegetación crezca, el cual se cuantifica y se incluye dentro del presupuesto.

Para los sitios que requieren reconformación del terreno, el recubrimiento se hará con cespedones de pasto tipo kikuyo.

La EAAB debe continuar con el bombeo de las aguas a una red de alcantarillado apropiada, de forma tal que se controlen los niveles de aguas cerca de la zona del deslizamiento.

El material deslizado y que se encuentra acumulado contra los muros posteriores de la casa 6 (Cra 3 A No. 162 – 34), debe ser retirado en su totalidad, debido a que se encuentra en condición suelta y puede servir para la acumulación de agua, produciendo incrementos en los empujes sobre el muro de la casa.

Proceso constructivo recomendado

Inicialmente deber hacerse el descapote del material orgánico que se encuentre dentro del área de afectación de las obras de construcción del muro en concreto reforzado y de la tierra armada.

Se deben adelantar las excavaciones del material tipo limo café y alcanzar el nivel de roca, al llegar a este punto debe comunicarse al ingeniero de suelos para la aprobación del material de fundación. Posteriormente se procederá con el perfilado de la roca y limpieza los materiales que conforman la vía en una longitud igual a la de afectación de las obras de construcción del muro.

Alcanzado el nivel de fundación en roca, se construirá el muro por secciones, en primer lugar la sección central, para luego continuar con los extremos del muro. Seguido de la construcción anterior se comenzara con la instalación cuidadosa del agregado que conforma el filtro, a medida que se tenga listo el filtro se realizará la compactación del relleno, generando de esta manera soporte para el filtro.

Al finalizar la instalación del relleno y el filtro, se colocara el geotextil tejido y el relleno en capas. Una vez terminada la anterior actividad se extenderá una capa de afirmado en 0.40 m de recebo que servirá para dar la reconformación de la vía.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo es INDICATIVA, y está basada en la evaluación de la pendiente del terreno y del tipo de materiales presentes en la ladera de la zona de estudio.

En general la amenaza para la mayor parte de la zona estudiada es baja. Sin embargo, se presentan sectores con amenaza alta, la cual se produce en el material coluvial en las zonas de mayor pendiente de la zona de estudio.

A partir del plano de riesgo y considerando que éste es de carácter indicativo de lo que sucede con la ladera, NO se debe adelantar ninguna acción de desalojo sobre las viviendas, como tampoco acciones físicas sobre las viviendas, hasta que no se tenga un estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para la zona, con un grado de investigación y análisis similar a los que emplea la DPAE para dichos casos.

La vivienda que se ve afectada por las labores de construcción es la siguiente:

Casa No.	Dirección	Propietario	Área construida (m2)	Costo *
7	Cll. 162 No. 3 - 64	Pablo Emilio Lombana	25	20,4 millones

*De acuerdo con el valor del V.U.R. Decreto 226 de 2005 - Vivienda Tipo 1 VUR= 50 SMLV.

11 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de la información recopilada y de los resultados de los sondeos manuales, trincheras y ensayos de laboratorio ejecutados para la elaboración de este informe.

Debido al carácter puntual de la exploración, y a la variabilidad del subsuelo, en caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe durante el proceso de construcción del muro, se deberá avisar al Consorcio IGR para realizar las modificaciones que sean necesarias.

NO se debe adelantar ninguna acción de desalojo sobre las viviendas, como tampoco acciones físicas sobre las viviendas, hasta que no se tenga un estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para la zona, con un grado de investigación y análisis similar a los que emplea la DPAE para dichos casos.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Dalrymple (1968). Clasificación de pendientes.

- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2004). Norma NP-40 V4.0 ”Rellenos”.

- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2004). Norma NS-35 V3.1 ”Cimentaciones para tuberías”.

- INGEOMINAS, Universidad de los Andes (1997). Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fé de Bogotá, Mapa Geológico de a escala 1:50.000.

- Moya y García Ltda. (2002). Estudio de riesgo por remoción en masa para los barrios Cerro Norte y Villa Nidia, de la localidad de Usaquén y diseño de obras de control, protección y estabilización.

- PAVCO (2002). Manual de diseño con geosintéticos.

- SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions).

- Ramírez y modificada por González - Millán (1998). Sistema semicuantitativo de evaluación de estabilidad a escala intermedia.

- www.sire.gov.co Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1-1

2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL 2-1

2.1 Datos generales del evento 2-1

2.2 Evento 2-1

2.3 Descripción y causas 2-1

2.4 Esquema 2-2

2.5 Afectación 2-3

2.6 Riesgos asociados (Potenciales daños que se esperarían de no implementar las recomendaciones) 2-3

2.7 Requerimientos 2-4

2.8 Acciones adelantadas 2-4

2.9 Recomendaciones 2-4

2.10 Advertencia 2-5

3 ESTUDIO GEOLÓGICO 3-1

3.1 Marco geológico regional 3-1

3.2 Litoestratigrafía 3-1

3.3 Geología estructural 3-2

3.4 Geomorfología 3-3

3.5 Procesos erosivos 3-3

4 ESTUDIO GEOTÉCNICO 4-1

4.1 Exploración de campo 4-1

4.2 Ensayos de laboratorio 4-1

4.3 Caracterización geotécnica 4-2

5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO 5-1

5.1 Análisis de estabilidad 5-1

6 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA 6-1

7 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 7-1

7.1 Vulnerabilidad Física 7-1

7.2 Inventario de Viviendas 7-1

8 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA 8-1

9 MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS 9-1

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 10-1

11 LIMITACIONES.....11-1

12 BIBLIOGRAFÍA.....12-1

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Registro fotográfico

Anexo 2 - Resúmenes Gráficos

Anexo 3 - Análisis de estabilidad

Anexo 4 - Resultados de encuestas socioeconómicas

Anexo 5 - Memorias de cálculo de empujes

Anexo 6 - Memorias de cálculo diseño estructural

Anexo 7 - Presupuesto

Anexo 8 - Especificaciones de construcción

Anexo 9 - Planos

LISTA DE PLANOS

Plano 1 Topografía

Plano 2 Geología

Plano 3 Geomorfología

Plano 4 Secciones Geológicas

Plano 5 Plano pendientes

Plano 6 Amenaza

Plano 7 Vulnerabilidad

Plano 8 Riesgo

Plano 9 Plano de obras – secciones

Plano 10 Diseño estructural muro de concreto

Plano 11 Obras de drenaje

Plano 12 Detalles de pozo de alcantarillado

Plano 13 Estructura metálica

ANEXO 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 2
RESÚMENES GRÁFICOS

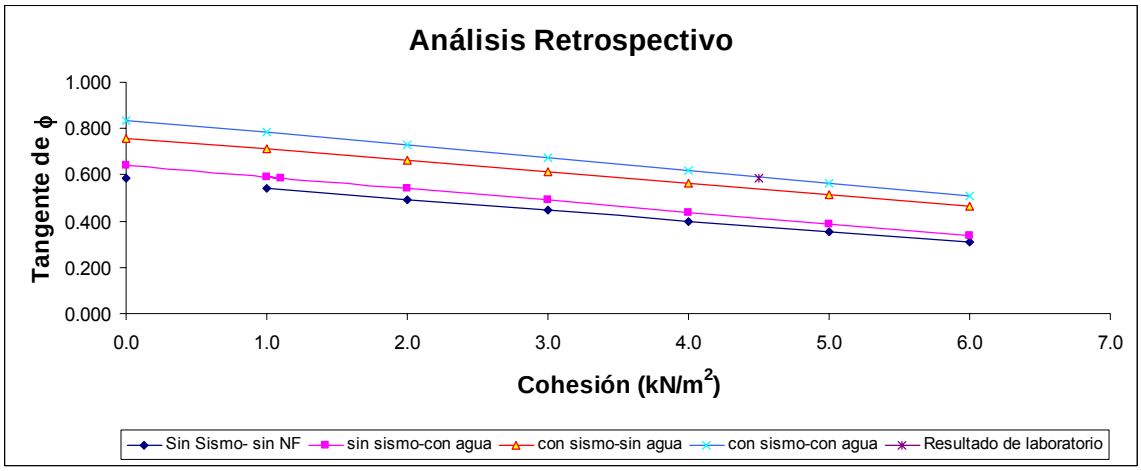
ANEXO 3
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

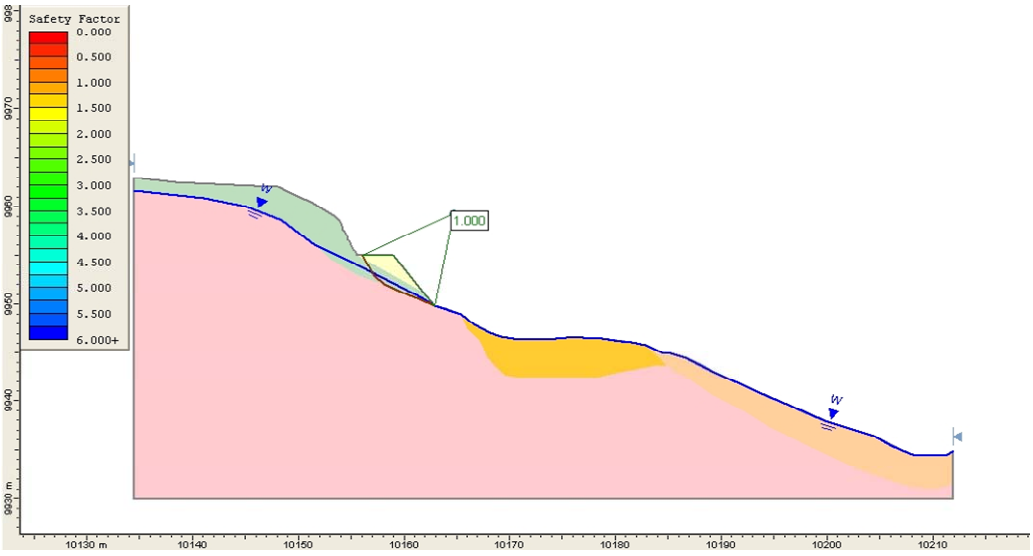
Tabla A3 – Resultados del Retroanálisis

Materiales	Peso Unitario (kN/m^3)	c (kN/m^2)	Tan ϕ	ϕ(º)
Rellenos antropicos	18.1	2.2	0.547	28.7
Relleno limo café	15.9	4.5	0.587	30.4
Limo organico con gravas	14.8	9.0	0.669	33.8
Arena gris con gravas	19.5	3.0	0.662	33.5
Arenisca	21.6	1230.0	0.654	33.2

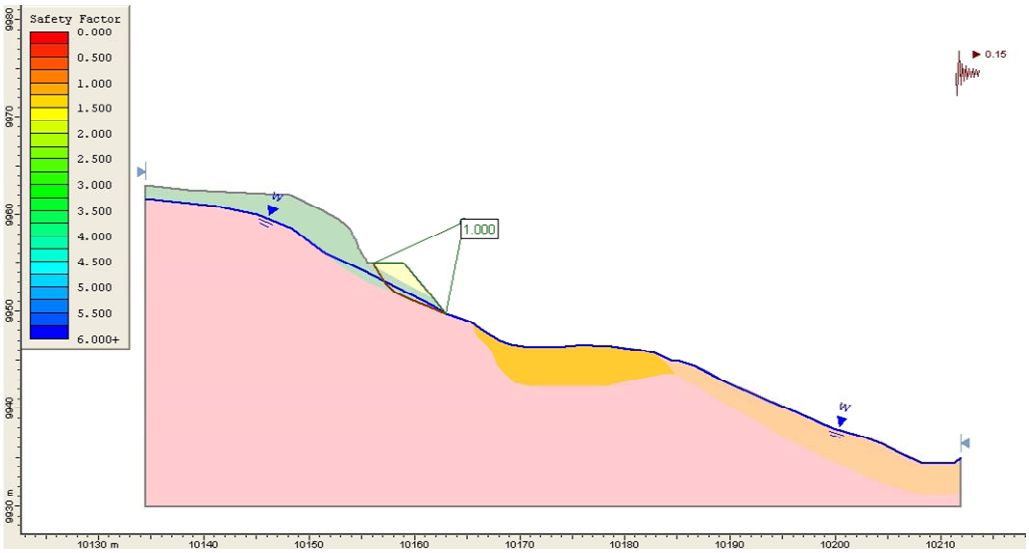
Sismo	Nivel Freatico	Factor de seguridad
sin	sin	3.475
con	sin	2.829
con	con	2.759
sin	con	3.392

Retroanálisis (Limo café con raíces)							
	Condición	Sin Nivel Freatico			Con Nivel Freatico		
Seccion 21	Sismo de 0.15 g	c (kN/m^2)	Tan ϕ	ϕ(º)	c (kN/m^2)	Tan ϕ	ϕ(º)
		0.0	0.759	37.2	0.0	0.836	39.9
		1.0	0.711	35.4	1.0	0.784	38.1
		2.0	0.662	33.5	2.0	0.729	36.1
		3.0	0.613	31.5	3.0	0.672	33.9
		4.0	0.561	29.3	4.0	0.620	31.8
		5.0	0.512	27.1	5.0	0.563	29.4
		6.0	0.462	24.8	6.0	0.510	27.0
	Sin Sismo	c (kN/m^2)	Tan ϕ	ϕ(º)	c (kN/m^2)	Tan ϕ	ϕ(º)
		0.0	0.587	30.4	0.0	0.640	32.6
			0.000		1.1	0.587	30.4
		1.0	0.541	28.4	1.0	0.591	30.6
		2.0	0.494	26.3	2.0	0.541	28.4
		3.0	0.447	24.1	3.0	0.490	26.1
		4.0	0.400	21.8	4.0	0.439	23.7
		5.0	0.354	19.5	5.0	0.386	21.1
		6.0	0.308	17.1	6.0	0.335	18.5





Seccion con agua-sin sismo



Seccion con agua-con sismo

ANEXO 4
RESULTADOS DE ENCUESTAS SOCIOECONÓMICAS

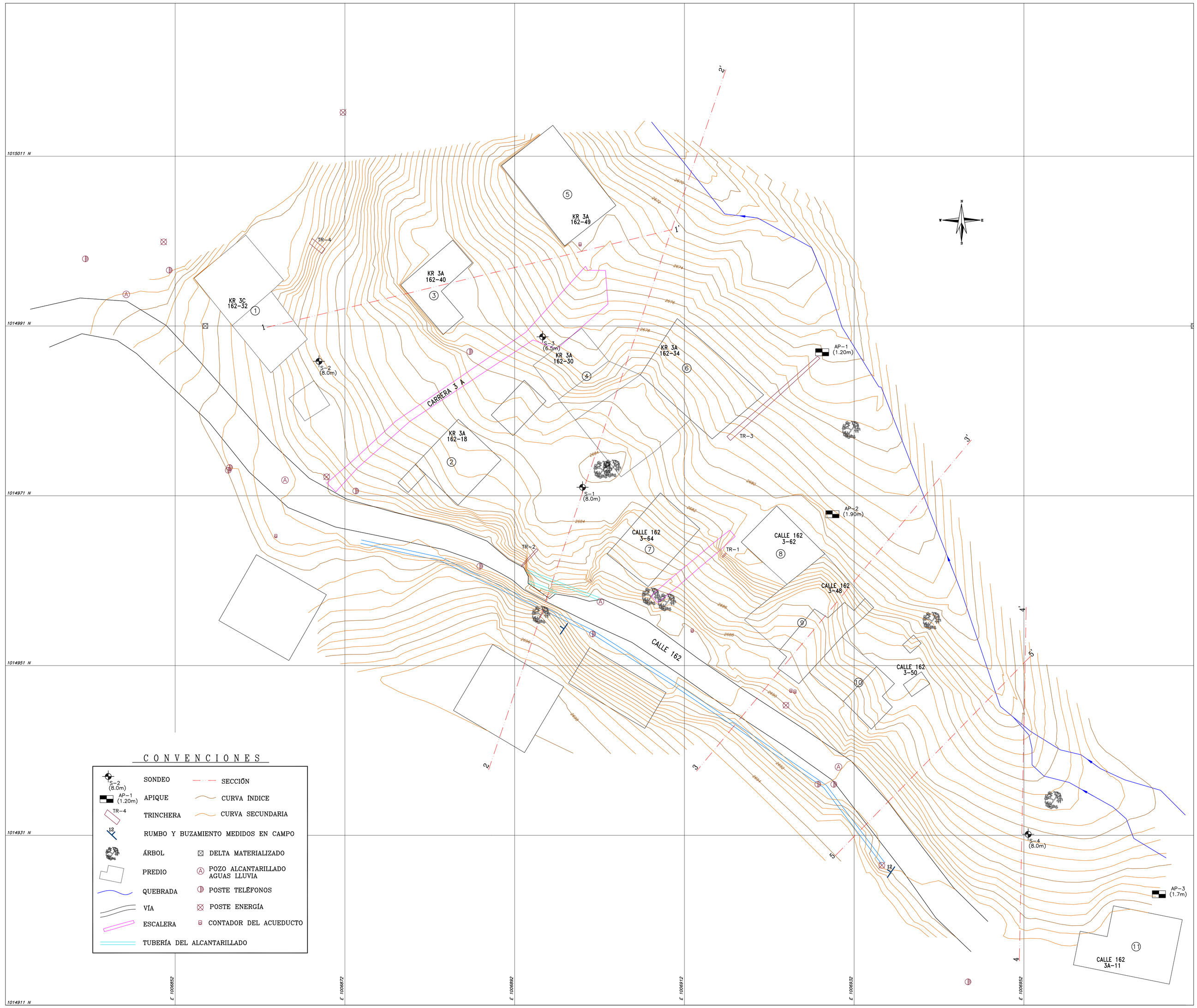
ANEXO 5
MEMORIAS DE CÁLCULO DE EMPUJES

ANEXO 6
MEMORIAS DE CÁLCULO DISEÑO ESTRUCTURAL

ANEXO 7
PRESUPUESTO

ANEXO 8
ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO 9
PLANOS



CONVENCIONES

S-2 (8.0m) SONDEO	SECCIÓN
AP-1 (1.20m) APIQUE	CURVA INDICE
TR-4 TRINCHERA	CURVA SECUNDARIA
12 RUMBO Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN CAMPO	
ÁRBOL	DELTA MATERIALIZADO
PREDIO	POZO ALCANTARILLADO AGUAS LLUVIA
QUEBRADA	POSTE TELÉFONOS
VIA	POSTE ENERGÍA
ESCALERA	CONTADOR DEL ACUEDUCTO
TUBERÍA DEL ALCANTARILLADO	

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ:

CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA:

ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:

5 0 5 10 15 20

ESCALA: 1: 200

DISEÑÓ:	FECHA:
ING. JOSÉ L. PUENTES	ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P1_Topografía.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:

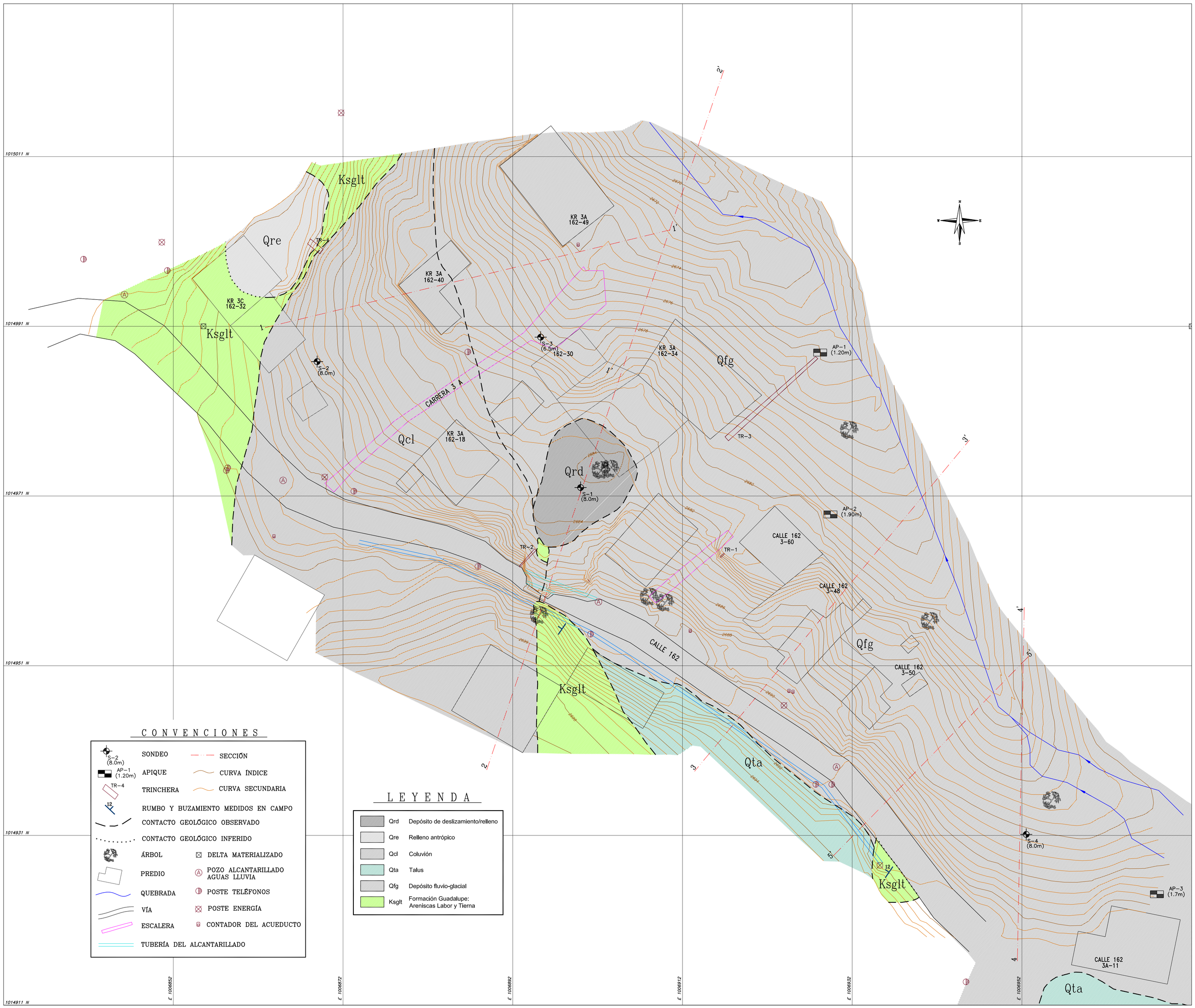
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 1

TOPOGRAFÍA Y EXPLORACIÓN



CONVENCIONES

- SONDEO
- APIQUE
- TRINCHERA
- RUMBO Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN CAMPO
- CONTACTO GEOLÓGICO OBSERVADO
- CONTACTO GEOLÓGICO INFERIDO
- ÁRBOL
- PREDIO
- QUEBRADA
- VIA
- ESCALERA
- TUBERÍA DEL ALCANTARILLADO
- SECCIÓN
- CURVA INDICE
- CURVA SECUNDARIA
- DELTA MATERIALIZADO
- POZO ALCANTARILLADO AGUAS LLUVIA
- POSTE TELÉFONOS
- POSTE ENERGÍA
- CONTADOR DEL ACUEDUCTO

LEYENDA

Qrd	Depósito de deslizamiento/relleno
Qre	Relleno antrópico
Qcl	Coluvión
Qta	Talus
Qfg	Depósito fluvio-glacial
Ksglt	Formación Guadalupe: Areniscas Labor y Tierna

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ: CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:

5 0 5 10 15 20

ESCALA: 1: 200

DISEÑÓ:	FECHA:
GEOL. VICTOR DÍAZ	ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P2_Geología.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

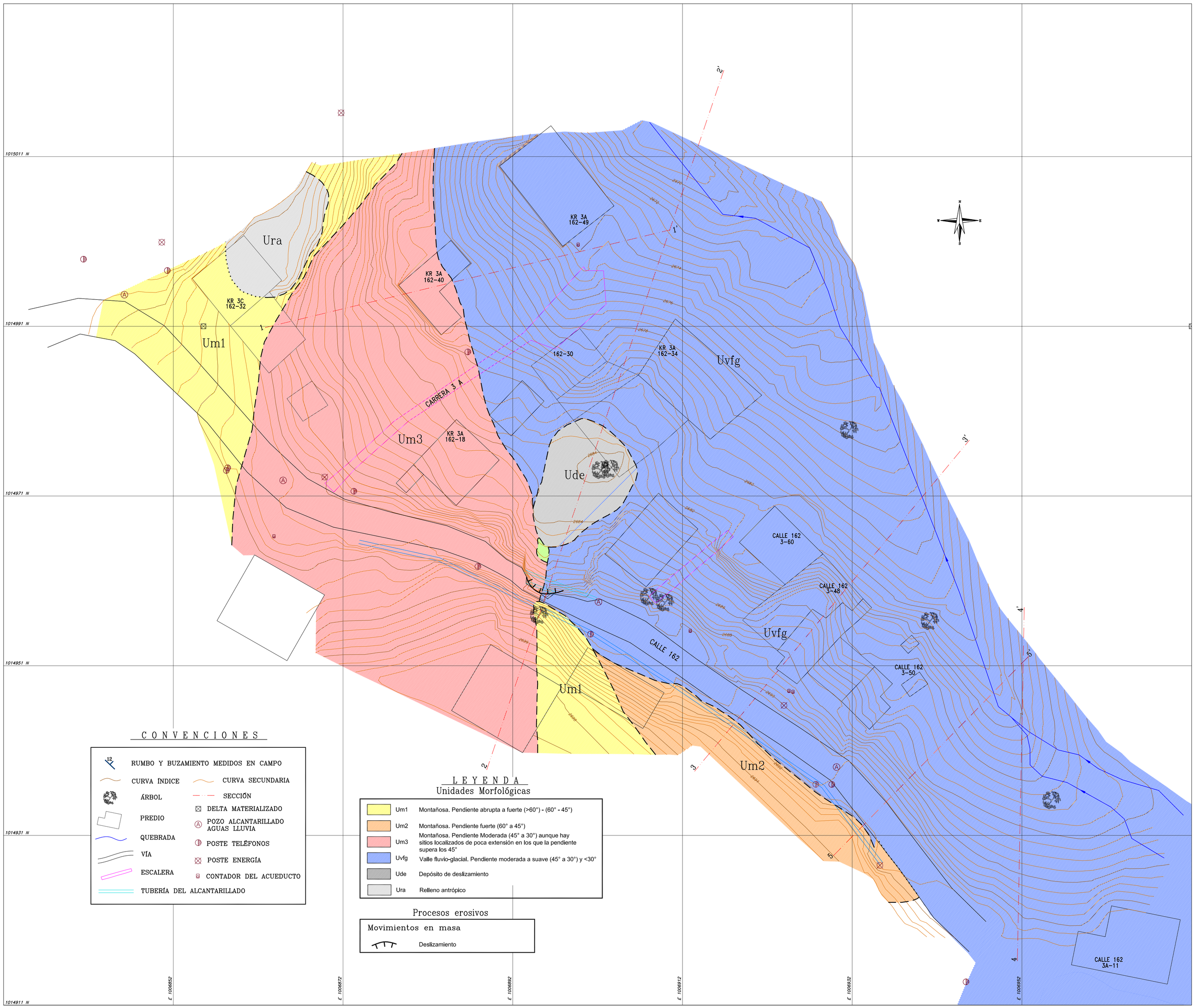
PROYECTO:

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 2
GEOLOGÍA



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ:

CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA:

ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:

5 0 5 10 15 20

ESCALA: 1: 200

DISEÑÓ: GEOL. VICTOR DÍAZ	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P3_Geomorfología.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:

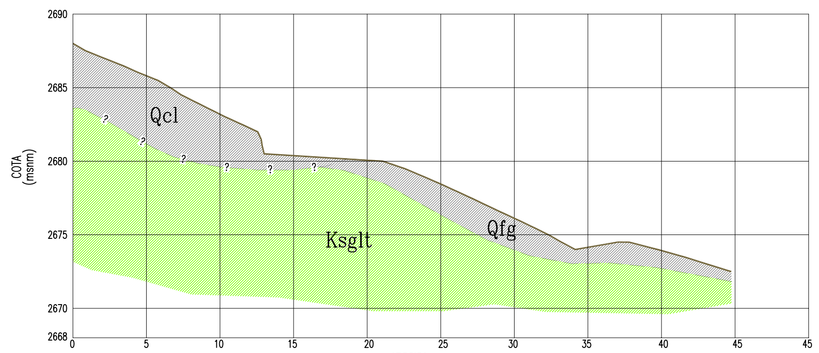
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

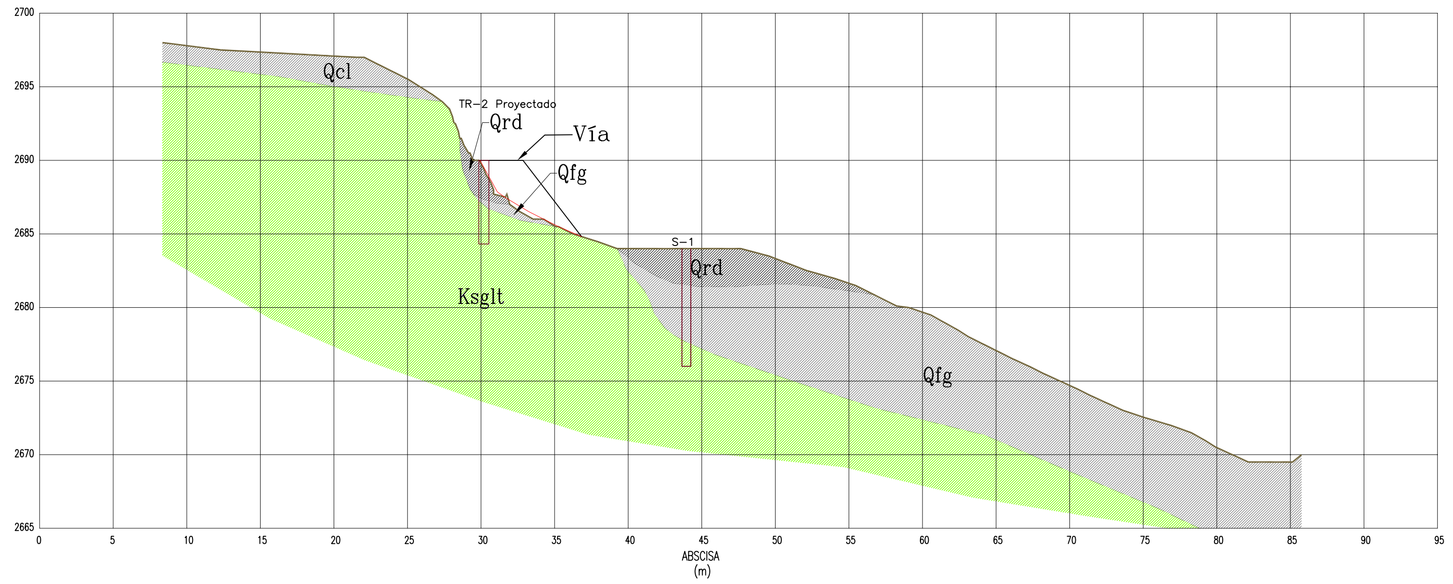
PLANO No. 3

GEOMORFOLOGÍA



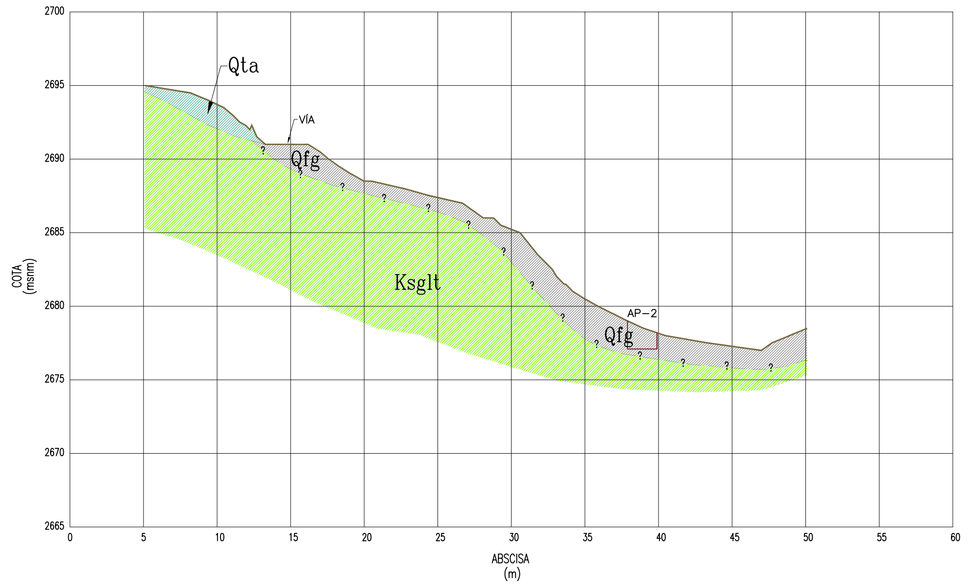
SECCIÓN GEOLÓGICA 1

ESC. 1 : 250



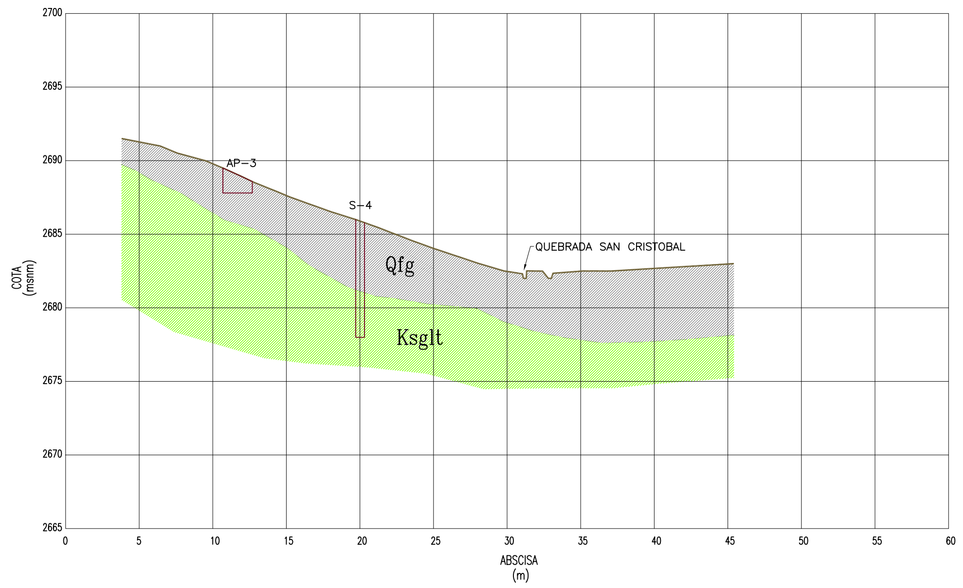
SECCIÓN GEOLÓGICA 2

ESC. 1 : 250



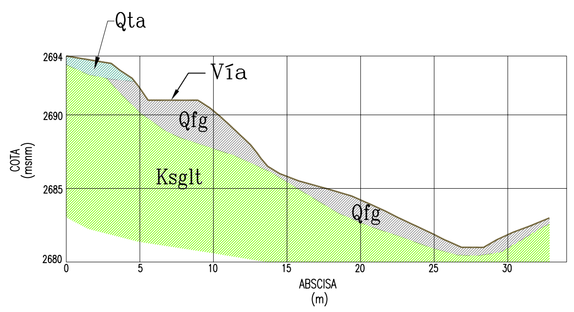
SECCIÓN GEOLÓGICA 3

ESC. 1 : 250



SECCIÓN GEOLÓGICA 4

ESC. 1 : 250



SECCIÓN GEOLÓGICA 5

ESC. 1 : 250

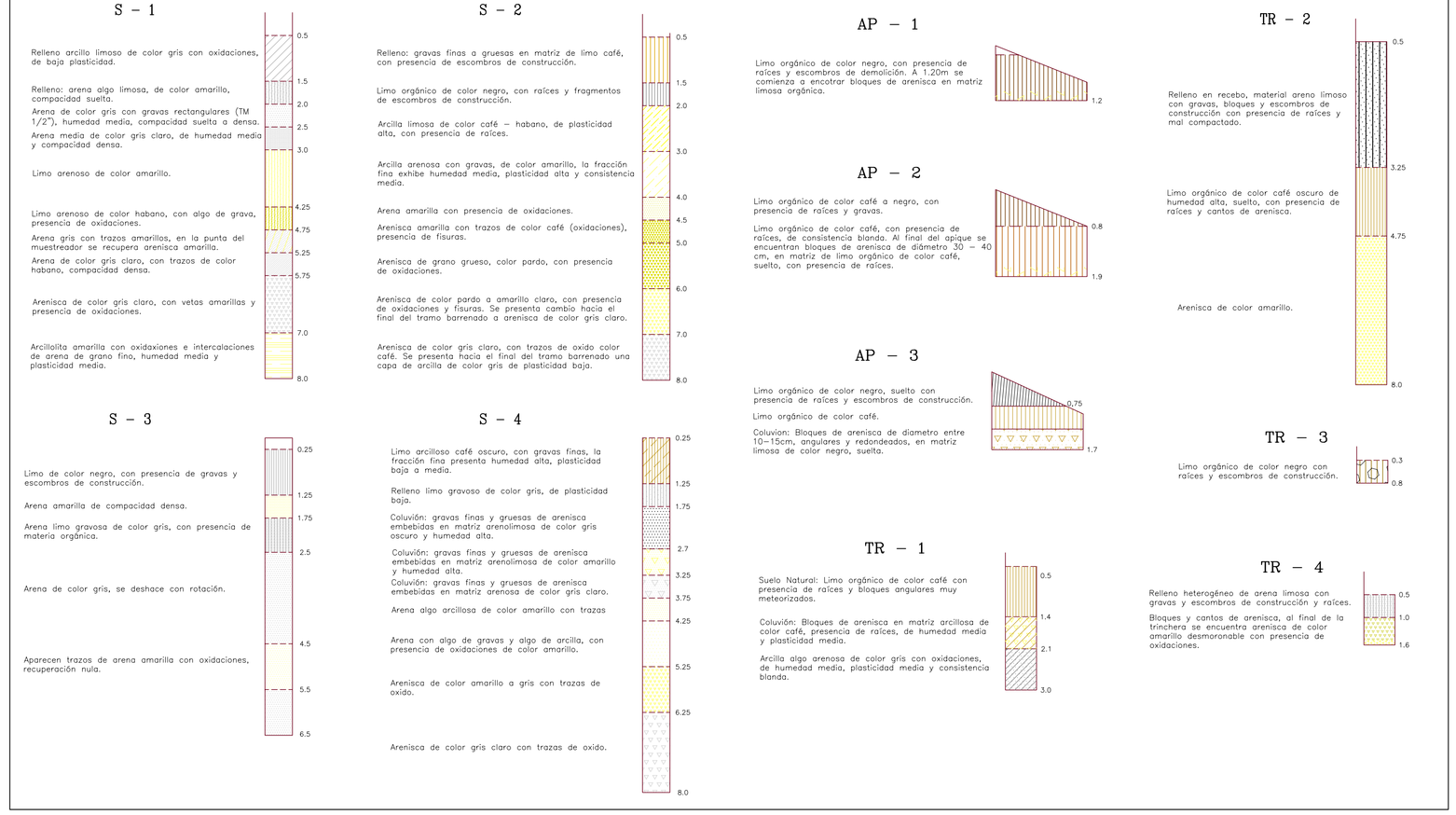
LEYENDA

Qrd	Depósito de deslizamiento/relleno
Qcl	Coluvión
Qta	Talus
Qfg	Depósito fluvio-glacial
Ksglt	Formación Guadalupe: Areniscas Labor y Tierna

CONVENCIONES

	Contacto Gelógico Observado
?—?—	Contacto Gelógico Inferido

REGISTROS DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ:

CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA:

ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:

5 0 5 10 15 20

ESCALA: 1: 200

DISEÑÓ: GEOL. VICTOR DÍAZ	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P4_Secciones.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:

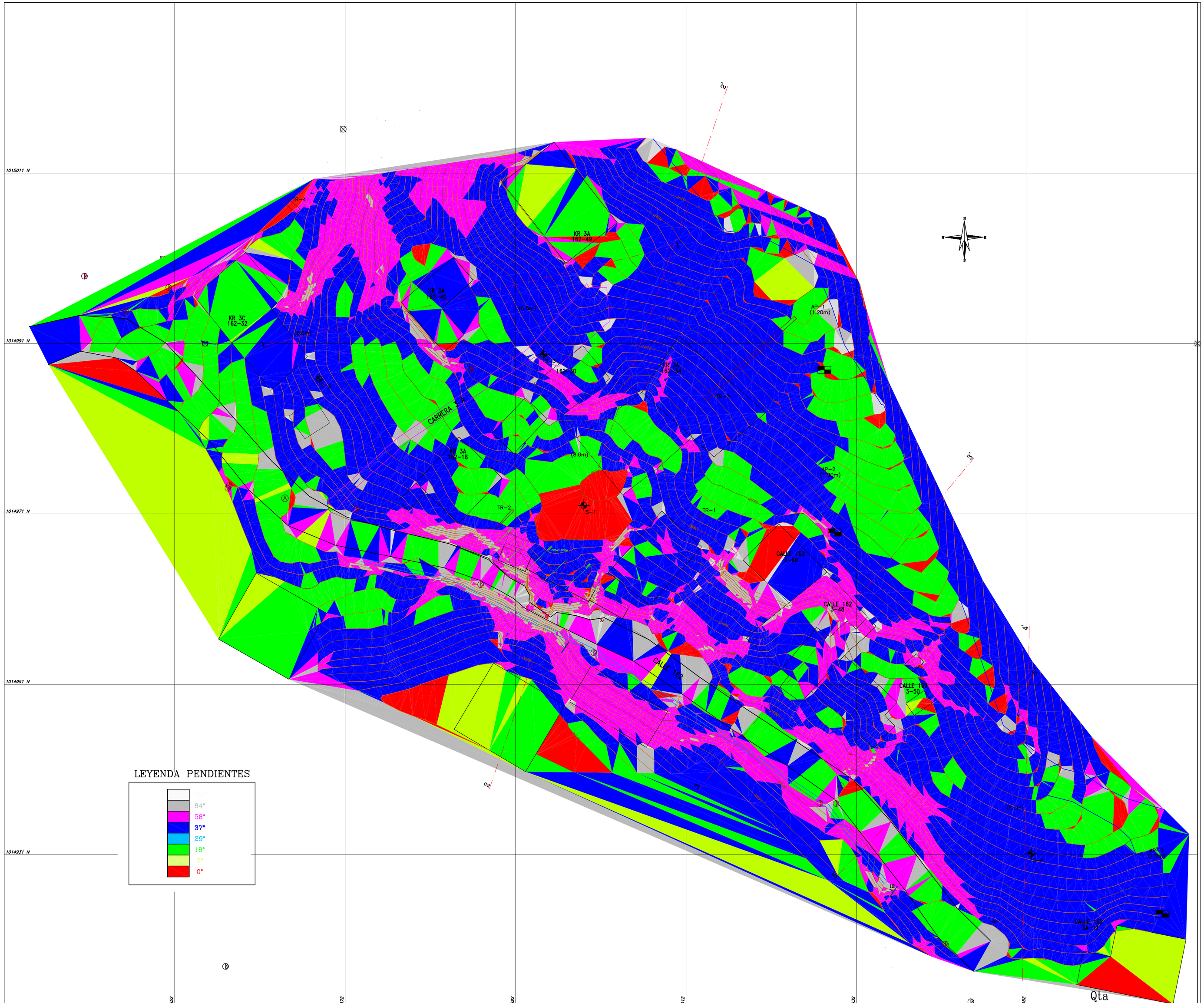
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 4

SECCIONES GEOLOGÍCAS



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ: CONSORCIO IGR	
INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	
ESCALA: 5 0 5 10 15 20 — ESCALA: 1: 200	
DISEÑÓ: ING. JOSÉ L. PUENTES	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P5_Pendientes.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

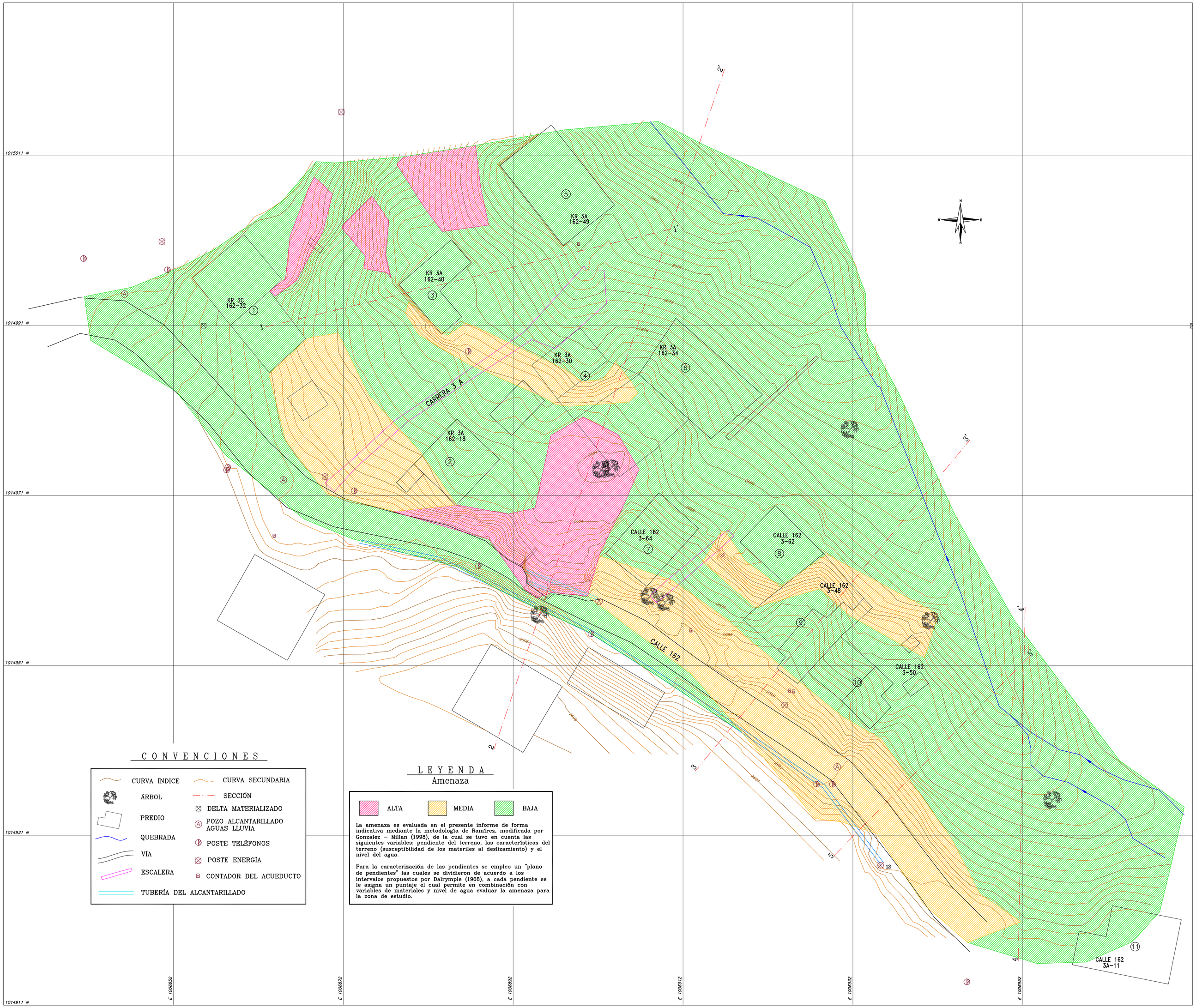
PROYECTO:

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 5
PENDIENTES



CONVENCIONES

- CURVA ÍNDICE
- CURVA SECUNDARIA
- ÁRBOL
- SECCIÓN
- DELTA MATERIALIZADO
- PREDIO
- POZO ALCANTARILLADO AGUAS LLUVIA
- QUEBRADA
- POSTE TELÉFONOS
- VÍA
- POSTE ENERGÍA
- ESCALERA
- CONTADOR DEL ACUEDUCTO
- TUBERÍA DEL ALCANTARILLADO

LEYENDA
Amenaza

ALTA | MEDIA | BAJA

La amenaza es evaluada en el presente informe de forma indicativa mediante la metodología de Ramírez, modificada por Gonzalez – Millan (1998), de la cual se tuvo en cuenta las siguientes variables: pendiente del terreno, las características del terreno (susceptibilidad de los materiles al deslizamiento) y el nivel del agua.

Para la caracterización de las pendientes se empleo un "plano de pendientes" las cuales se dividieron de acuerdo a los intervalos propuestos por Dalrymple (1968), a cada pendiente se le asigna un puntaje el cual permite en combinación con variables de materiales y nivel de agua evaluar la amenaza para la zona de estudio.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

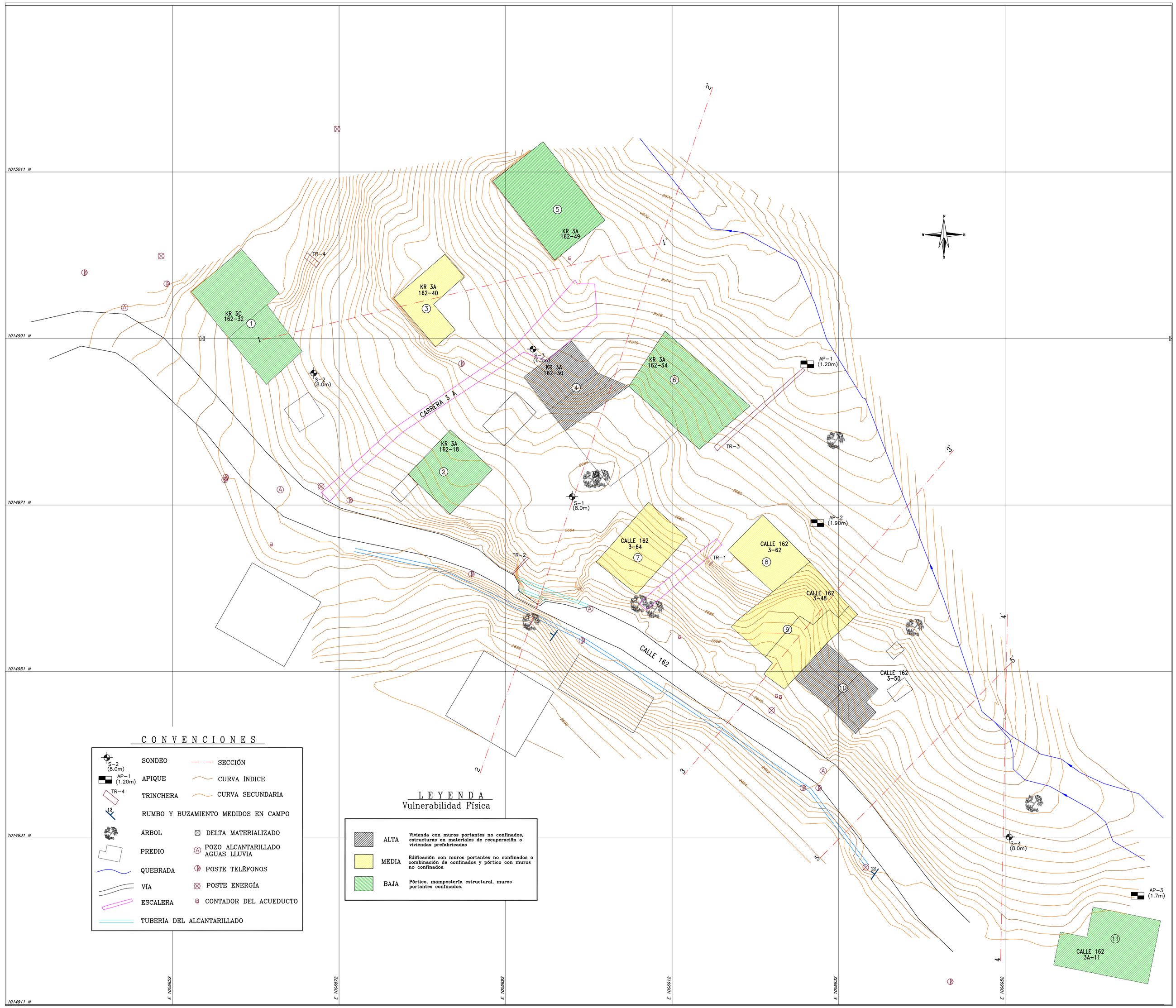
ELABORÓ: CONSORCIO IGR	
INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	
ESCALA: 5 0 5 10 15 20 — ESCALA: 1: 200	
DISEÑÓ: ING. JOSÉ L. PUENTES	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P6_Amenaza.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 6
AMENAZA



CONVENCIONES

- SONDEO
- APIQUE
- TRINCHERA
- RUMBO Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN CAMPO
- ÁRBOL
- PREDIO
- QUEBRADA
- VÍA
- ESCALERA
- TUBERÍA DEL ALCANTARILLADO
- SECCIÓN
- CURVA ÍNDICE
- CURVA SECUNDARIA
- DELTA MATERIALIZADO
- POZO ALCANTARILLADO AGUAS LLUVIA
- POSTE TELÉFONOS
- POSTE ENERGÍA
- CONTADOR DEL ACUEDUCTO

LEYENDA
Vulnerabilidad Física

ALTA	Vivienda con muros portantes no confinados, estructuras en materiales de recuperación o viviendas prefabricadas
MEDIA	Edificación con muros portantes no confinados o combinación de confinados y pórtico con muros no confinados.
BAJA	Pórtico, mampostería estructural, muros portantes confinados.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ:
CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA:
ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:
5 0 5 10 15 20
ESCALA: 1: 200

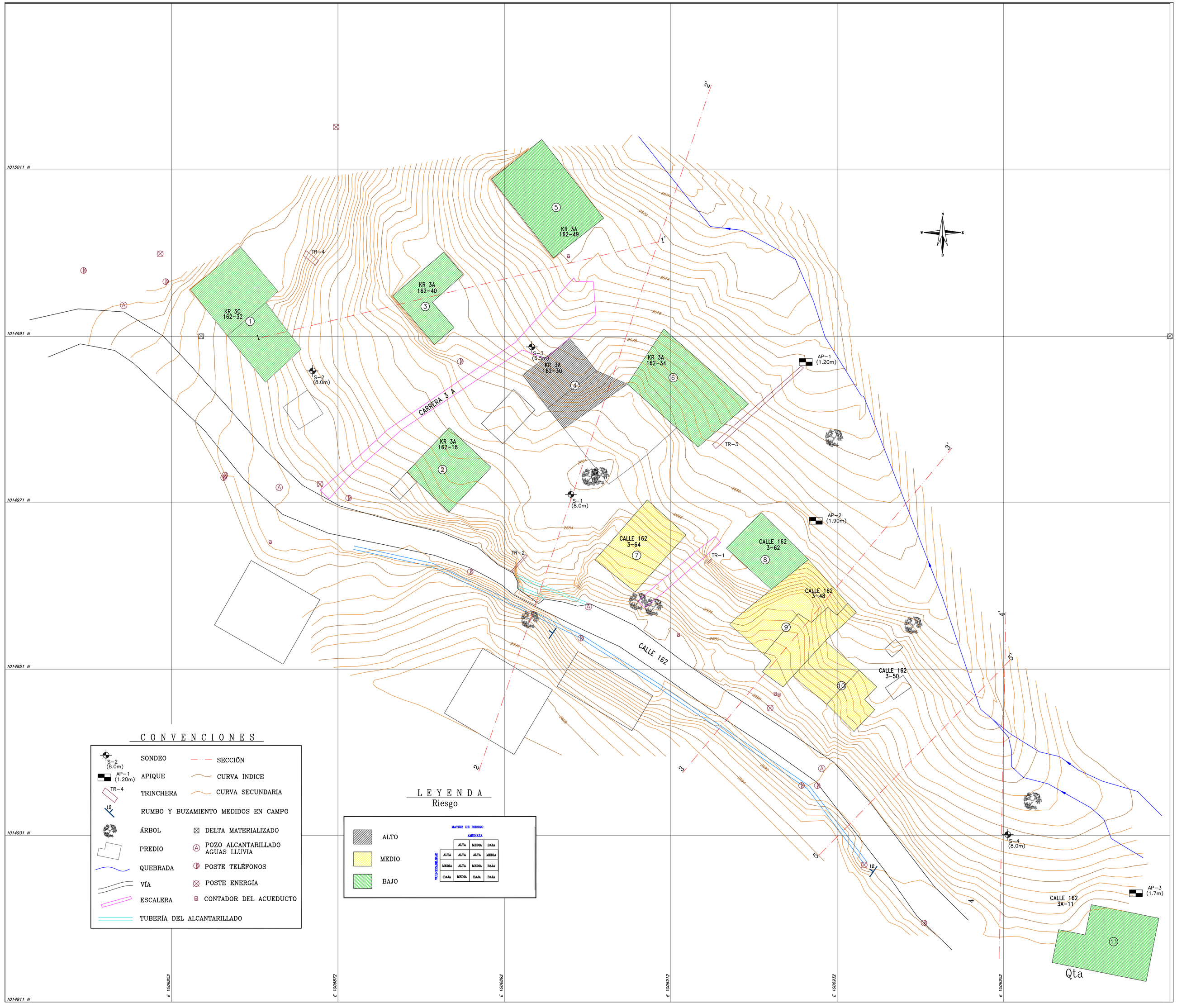
DISEÑÓ: ING. JOSÉ L. PUENTES	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P7_Vulnerabilidad.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 7
VULNERABILIDAD



CONVENCIONES

- SONDEO (S-2 (8.0m))
- APIQUE (AP-1 (1.20m))
- TRINCHERA (TR-4)
- RUMBO Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN CAMPO (18)
- ÁRBOL
- PREDIO
- QUEBRADA
- VIA
- ESCALERA
- TUBERÍA DEL ALCANTARILLADO
- SECCIÓN
- CURVA ÍNDICE
- CURVA SECUNDARIA
- DELTA MATERIALIZADO
- POZO ALCANTARILLADO AGUAS LLUVIA
- POSTE TELÉFONOS
- POSTE ENERGÍA
- CONTADOR DEL ACUEDUCTO

LEYENDA
Riesgo

- ALTO
- MEDIO
- BAJO

MATRIZ DE RIESGO

VULNERABILIDAD \ AMENAZA	ALTA	MEDIA	BAJA
ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ: CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:

5 0 5 10 15 20

ESCALA: 1: 200

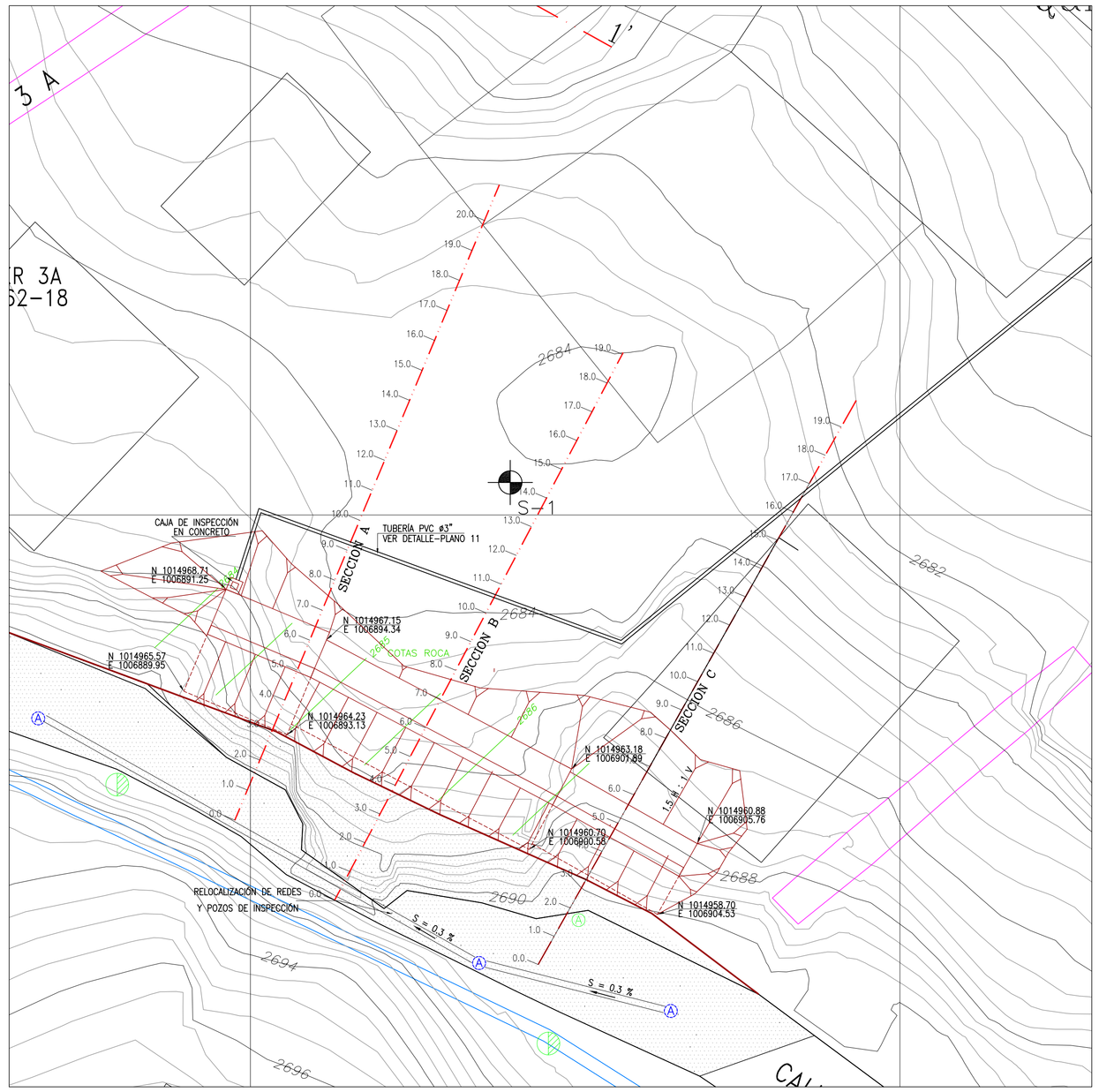
DISEÑÓ: ING. JOSÉ L. PUENTES	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING. WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P8_Riesgo.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

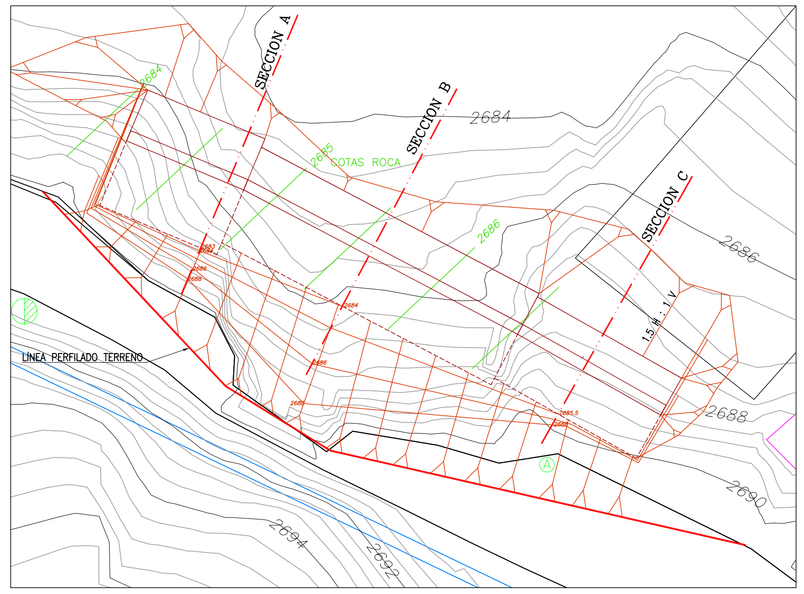
SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

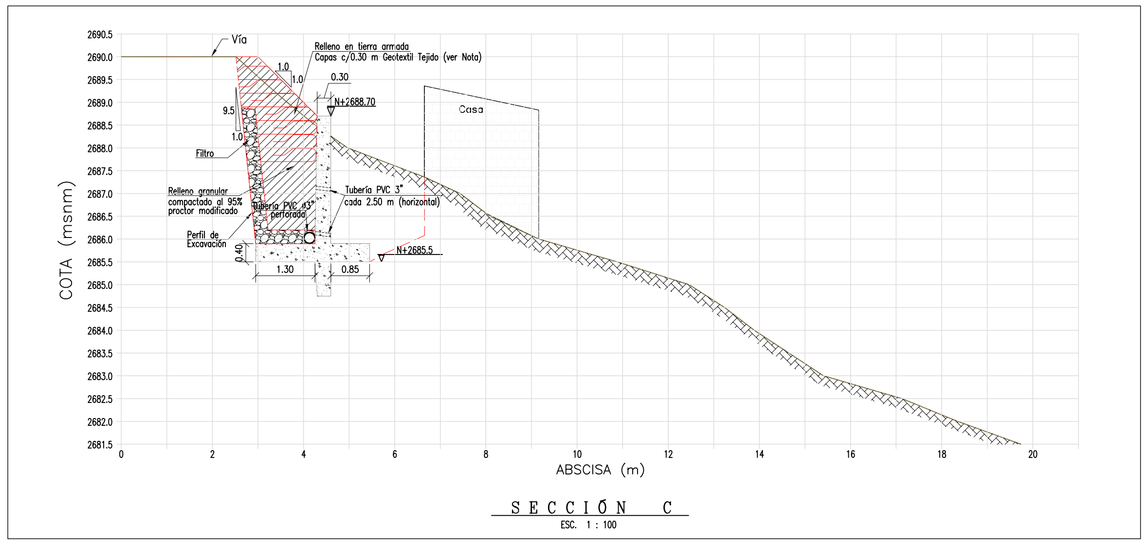
PLANO No. 8
RIESGO



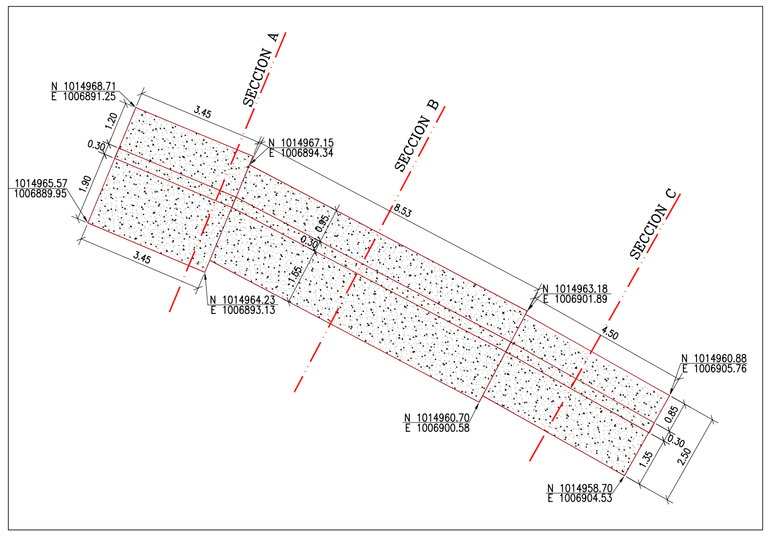
PLANTA MURO DE CONCRETO
ESC. 1 : 100



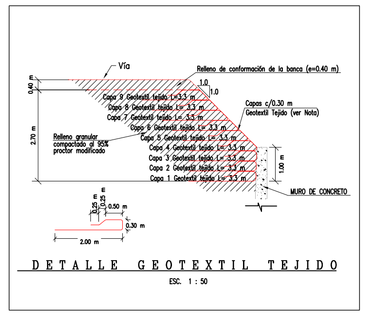
PLANTA PERFILADO EXCAVACIÓN
ESC. 1 : 100



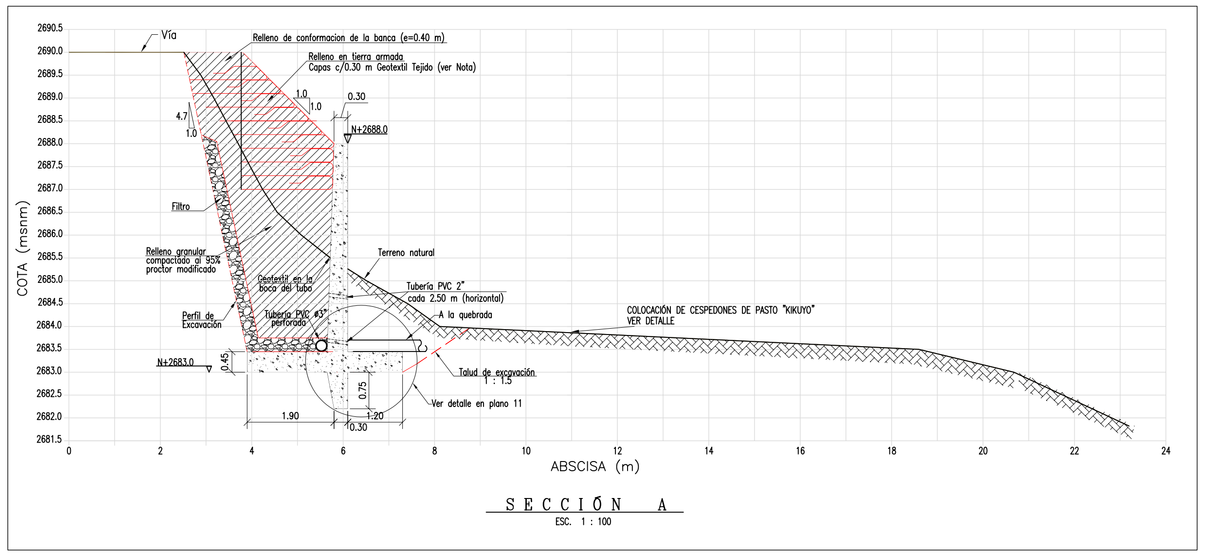
SECCIÓN C
ESC. 1 : 100



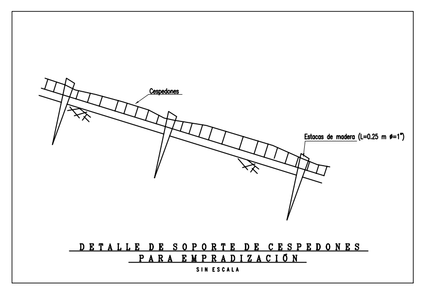
GEOMETRÍA MURO DE CONCRETO
– PLANTA –
ESC. 1 : 100



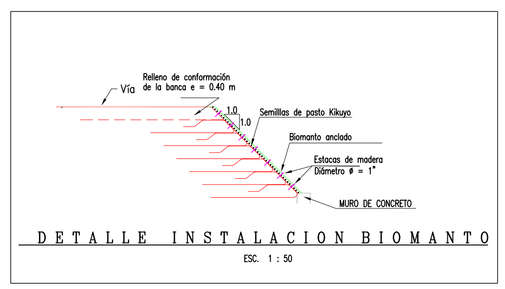
DETALLE GEOTEXTIL TEJIDO
ESC. 1 : 50



SECCIÓN A
ESC. 1 : 100



DETALLE DE SOPORTE DE CESPEDONES PARA ENPRADIZACION
SIN ESCALA



DETALLE INSTALACION BIOMANTO
ESC. 1 : 50

NOTAS:

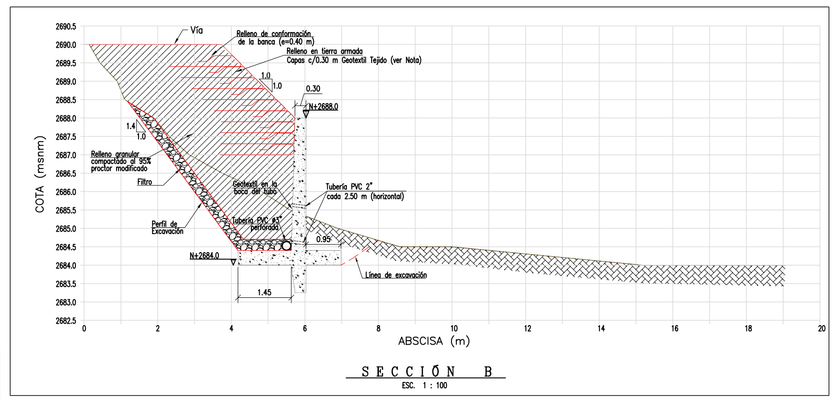
- El relleno se colocará en capas no mayores a 20 cm logrando una densidad como mínimo del 95% de la máxima obtenida del ensayo de Próctor Modificado y deberá presentar un CBR igual o superior al 30 %.
- El relleno granular que se utilizará en el trasdos del muro cumplirá con las siguientes especificaciones:
  - La fracción de material granular que pase el taniz 11" 40 deberá presentar un indice plástico inferior a 6%
  - El desgaste del material granular, determinado mediante la máquina de los Angeles, no podrá ser superior al 50%.
  - El CBR debe ser mínimo 30 %.
- El geotextil deber ser tejido y cumplir con las siguientes especificaciones:
  - Método Tira ancha
    Norma ASTM-D-4595
    Resistencia sentido longitudinal 35 kN/m o mayor
    Elongación sentido longitudinal 23% o menor
- Los taludes que se generan durante la ejecución de las excavaciones son en roca y no requieren de ningún tipo de soporte durante los trabajos de excavación
- Las pendientes de colocación del material de filtro son las indicadas en la planta y en las secciones A, B y C.

CONVENCIONES

- POZO DE ALCANTARILLADO
- CUNETA EXISTENTE
- TUBERÍA DE ALCANTARILLADO PROYECTADA
- CORTE
- 2686 COTA A NIVEL DE CIMENTACIÓN
- LÍMITE DE LA VÍA
- TUBERIA PVC ø = 3"

REFERENCIAS:

- Plano No. 10 Diseño estructural
- Plano No. 11 Obras de drenaje
- Plano No. 12 Detalles de pozo de alcantarillado
- Plano No. 13 Estructura metálica de apoyo de redes



SECCIÓN B
ESC. 1 : 100

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

SECRETARIA DE GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ELABORÓ:
CONSORCIO IGR

INTERVENTORÍA:
ING. RAMIRO CASTELLANOS

ESCALA:

5 0 5 10 15 20

ESCALA: 1: 200

DISEÑÓ: ING. JOSÉ L. PUENTES	FECHA: ENERO DE 2006
DIBUJÓ: ING WILMER MORENO B.	FECHA: ENERO DE 2006
REVISÓ: ING. EDGAR E. RODRIGUEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
APROBÓ: ING. ALVARO J. GONZALEZ G.	FECHA: ENERO DE 2006
Vo. INTERVENTORÍA: ING. RAMIRO CASTELLANOS	FECHA: ENERO DE 2006
ARCHIVO: P9_Obras.dwg	FECHA: ENERO DE 2006

PROYECTO:
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS NUEVAS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE OBRAS EXISTENTES, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE SUBA, USAQUÉN, CIUDAD BOLÍVAR Y USME DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

SITIO 1: CERRO NORTE

Contrato de Consultoría No. IGRL-46-05

PLANO No. 9
OBRAS