



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 1 - SIERRA MORENA, USME**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES  
(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, AGOSTO DE 2004**

## DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

### CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

#### PUNTO No. 1 - SIERRA MORENA, USME

##### **1 LOCALIZACIÓN**

Localidad: Usme  
Barrio: Sierra Morena.  
Dirección: Calle 86 sur, Carreras 9 y 9A Este.  
Tipo de Riesgo: Deslizamiento del talud exterior de la vía.  
Fecha: 25 de Agosto de 2004.

##### **2 DIAGNÓSTICO**

En este sector del Barrio Sierra Morena, conformado por rocas arcillosas, de la Formación Usme, cubiertas localmente por depósitos antrópicos provenientes de cortes para las vías y edificaciones (Moya y García Ltda. Ingenieros Consultores, 2002), acaeció a finales del año 2002 el deslizamiento de un tramo de 15 m del talud exterior de la vía, el cual alcanzó el cerramiento de las 3 viviendas localizadas sobre la carrera 9 Este, a una distancia de 15 a 25 m de la corona del movimiento, con pérdida del ancho de la vía. Debido a ello, se desarrollaron una serie de obras que dieron solución a la emergencia. Se dispuso una estructura de gravedad en gaviones; obras de drenaje, como tuberías colectores de drenaje; perfilado y empradización en la base de la estructura; unas y otras permitieron reestablecer el paso vehicular en la corona del mismo (Ver **Fotografía No. 1**).

Existen en la zona depósitos de media ladera, ubicados en el costado noroccidental de los muros en gaviones actuales, que están conformados por una mezcla de depósitos antrópicos, entre los cuales se encuentran sobrantes de obras, y suelos residuales. Estos depósitos, por efecto de su estado metaestable, son altamente susceptibles a los cambios de humedad, hecho que suscitó su colapso ante la disminución de los esfuerzos efectivos con la presencia de agua, a manera de flujos de tierra.

De esta manera, está en desarrollo un proceso inestable que podría incrementarse como producto del deterioro de la roca subyacente al quedar expuesta a la meteorización.

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	AGOSTO/04
ELABORÓ:	JL/NB/GIA C.	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS



**Fotografía No. 1.** Se observan flujos de tierra en los depósitos antrópicos, que dejan expuesta la roca a procesos de meteorización.

### **3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

En el [Anexo B](#) se presentan las memorias de cálculo del análisis por volteo y al deslizamiento del muro, así como la verificación de la capacidad portante.

### **4 CONCLUSIONES**

Con base en lo ya planteado, se requiere la eliminación de la masa que está generando la inestabilidad y la continuación de la estructura de gravedad hacia el noroccidente, mediante la implementación de un muro en gaviones y el manejo del agua.

### **5 MEDIDAS RECOMENDADAS**

Para mejorar las condiciones de estabilidad se recomienda construir un muro en gaviones de 4 metros de altura y 18 metros de longitud, con cubrimiento de geotextil en su parte posterior, una inclinación del 2% hacia la ladera, y un solado en mortero en la base. Para el manejo de las aguas subsuperficiales se propone la colocación de una trinchera drenante en el trasdós del muro de 4 metros de altura, y otra en el costado suroccidental en la ladera que vierte bajo el muro, dispuestas a manera de espina de pescado. Ambas deberán tener un ancho de 0,80 metros, ir envueltas en geotextil, contar con un sello de 0,20 m de relleno en material común en la parte superior, estar conformadas en material filtrante y disponer de una tubería ranurada de 4" de diámetro, en PVC. La evacuación final de las aguas se realizará a través de una tubería en PVC de 4" de diámetro, que dispondrá las aguas en un pozo de alcantarillado.

Además, se deberá realizar la descarga del material actualmente en movimiento, y que se dispuso como sobrantes de las excavaciones llevadas a cabo para la

construcción del muro ya existente. El área expuesta generada por la descarga deberá empradizarse. Las secciones de diseño y los detalles se presentan en los Planos del [Anexo D](#).

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica ([Anexo A](#)), investigación del subsuelo ([Anexo B](#)), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo ([Anexo C](#)), los planos ([Anexo D](#)), las especificaciones técnicas ([Anexo E](#)), cantidades de obra, presupuesto y [análisis unitarios](#) ([Anexo F](#)) y el cronograma aproximado de obra ([Anexo G](#)). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de [fotografías](#) tomadas en el sitio de los trabajos.

## **6 FUENTES DE CONSULTA**

Moya y García Ltda. Ingenieros Consultores (2002) para FOPAE. Diagnóstico Técnico No. DI-1689 - Sierra Morena. Bogotá, Colombia.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES  
CARLOS H. CANTILLO R.  
Director de Consultoría**



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO**



**CALCULO DETALLES SIERRA MORENA**

22 de agosto de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclínada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
	214	22,07	20,520	111	36	12	2,58		3	25	48	252	25	35	89407,779	97740,208	2810,165
	215	17,6	15,739	116	35	0	2,58		0	17	30	249	17	17	89408,408	97745,047	2810,677
	216	14,1	12,204	120	3	18	2,58		16	42	30	265	42	17	89413,060	97747,600	2811,608
	217	12,89	11,441	117	25	36	2,58		22	25	12	271	24	59	89414,257	97748,332	2812,450
	218	11,23	10,189	114	52	6	2,58		30	42	30	279	42	17	89415,692	97749,727	2813,435
	219	10,15	9,416	111	55	48	2,58		36	52	20	285	52	7	89416,549	97750,713	2814,204
	220	9,31	8,999	104	51	36	2,58		41	28	42	290	28	29	89417,122	97751,339	2815,412
	221	9,04	8,880	100	48	12	2,4		43	14	6	292	13	53	89417,334	97751,550	2816,236
	222	10,19	8,911	119	0	54	2,58		18	41	18	267	41	5	89413,614	97750,866	2813,398
	223	10,05	8,264	124	41	0	2,58		327	40	0	216	39	47	89407,345	97754,835	2813,017
	224	11,34	9,999	118	8	54	2,58		303	28	0	192	27	47	89404,211	97757,612	2813,003
	225	15,75	14,710	110	56	30	2,58		284	17	0	173	16	47	89399,366	97761,491	2812,463
	226	23	22,104	106	2	36	2,58		278	20	18	167	20	5	89392,408	97764,616	2811,611
	227	28,85	28,105	103	3	0	2,58		275	50	18	164	50	5	89386,848	97767,122	2811,374
	228	33,06	32,464	100	53	30	2,58		273	50	0	162	49	47	89382,957	97769,354	2811,586
	229	39,4	38,788	100	6	36	2,58		282	52	12	171	51	59	89375,576	97765,257	2810,911
	230	34,68	33,897	102	11	48	2,58		280	42	24	169	42	11	89380,623	97765,829	2810,559
	231	29,95	28,912	105	7	42	2,58		279	58	42	168	58	29	89385,596	97765,299	2810,174
	232	24,8	23,278	110	10	30	2,58		293	4	48	182	4	35	89390,711	97758,926	2809,692
	233	22,08	20,604	111	4	18	2,58		300	13	24	189	13	11	89393,637	97756,468	2810,312
	234	17,92	16,160	115	36	18	2,58		307	29	0	196	28	47	89398,478	97755,185	2810,736
	235	14,23	12,325	119	59	18	2,58		322	33	20	211	33	7	89403,471	97753,320	2811,560
	236	16,98	14,486	121	26	50	2,58		323	59	0	212	58	47	89401,823	97751,884	2810,162
	237	20,82	18,702	116	4	12	2,58		311	17	12	200	16	59	89396,432	97753,286	2809,501
	238	29,1	27,815	107	5	18	2,58		287	37	30	176	37	17	89386,207	97761,409	2809,547
	239	27	25,830	106	55	42	2,58		283	12	0	172	11	47	89388,383	97763,277	2810,199
	240	23,95	22,888	107	7	48	2,58		280	49	0	169	48	47	89391,448	97763,818	2810,979
	241	25,91	25,448	100	50	30	2,58		268	4	0	157	3	47	89390,539	97769,687	2812,933
	242	26,3	26,115	96	48	0	2,58		262	33	6	151	32	53	89391,014	97772,211	2814,628
	243	31,82	31,651	95	54	30	2,58		265	9	30	154	9	17	89385,489	97773,568	2814,462
	244	28,56	28,441	95	14	12	2,58		260	0	30	149	0	17	89389,595	97774,416	2815,124
	245	28,8	28,691	94	59	30	2,58		258	33	0	147	32	47	89389,764	97775,166	2815,224
	246	25,15	25,095	93	47	42	2,58		254	58	0	143	57	47	89393,682	97774,533	2816,059
	247	25	24,981	92	14	6	2,58		254	14	42	143	14	29	89393,960	97774,719	2816,746
	248	23,15	23,139	91	44	42	2,58		250	21	36	139	21	23	89396,417	97774,841	2817,015
	249	21,27	21,270	89	47	0	2,58		248	18	30	137	18	17	89398,342	97774,193	2817,800
	250	21,14	21,067	94	45	24	2,58		254	54	0	143	53	47	89396,953	97772,183	2815,973
	251	22,35	22,168	97	19	6	2,58		261	38	0	150	37	47	89394,656	97770,642	2814,896
	252	25,66	25,477	96	50	48	2,58		262	0	0	150	59	47	89391,692	97772,123	2814,683
	253	19,1	18,669	102	11	36	2,58		267	4	24	156	4	11	89396,910	97767,342	2813,777
	254	14,52	13,974	105	46	0	2,58		270	21	0	159	20	47	89400,899	97764,698	2813,923
	255	10	9,307	111	27	24	2,58		276	24	0	165	23	47	89404,968	97762,116	2814,316
	256	5,76	5,441	109	9	54	2,58		276	21	54	165	21	41	89408,710	97761,145	2815,934
	257	8,23	8,123	99	16	12	2,58		255	59	0	144	58	47	89407,322	97764,431	2816,412
	258	10,18	9,917	103	2	54	2,58		258	56	54	147	56	41	89405,569	97765,033	2815,481
	259	11,74	11,667	96	22	20	2,58		250	47	46	139	47	33	89405,064	97767,302	2816,425
	260	14,62	14,457	98	34	36	2,58		254	35	36	143	35	23	89402,340	97768,350	2815,564
	261	16,23	16,181	94	28	0	2,58		249	19	42	138	19	29	89401,889	97770,528	2816,460
	262	18,96	18,922	93	37	18	2,58		251	15	24	140	15	11	89399,426	97771,868	2816,525
	263	22,4	22,377	87	25	12	2,58		247	37	26	136	37	13	89397,710	97775,139	2818,727
	264	25,33	25,307	87	34	36	2,58		247	18	30	136	18	17	89395,676	97777,252	2818,790
	265	26,81	26,809	89	37	34	2,58		252	21	12	141	20	59	89393,037	97776,514	2817,895
	266	28,87	28,869	90	31	12	2,58		256	50	54	145	50	41	89390,085	97775,978	2817,458
	267	29,5	29,464	92	49	30	2,58		260	7	30	149	7	17	89388,687	97774,891	2816,268
	268	32,8	32,711	94	13	14	2,58		263	8	30	152	8	17	89385,055	97775,057	2815,313
	269	37	36,798	95	59	6	2,58		267	19	18	156	19	5	89380,275	97774,550	2813,883
	270	34,8	34,512	97	22	18	2,58		270	59	0	159	58	47	89381,547	97771,585	2813,292
	271	32,2	31,908	97	43	12	2,58		268	16	48	157	16	35	89384,543	97772,095	2813,434
	272	40,86	40,601	96	27	24	2,58		268	12	18	157	12	5	89376,546	97775,502	2813,154
	273	38,4	38,259	94	55	12	2,58		262	22	30	151	22	17	89380,393	97778,100	2814,439
	274	38,58	38,437	94	55	50	2,58		262	18	42	151	18	29	89380,257	97778,223	2814,416
	275	32,34	32,339	90	23	48	2,58		251	44	36	140	44	23	89388,935	97780,235	2817,496

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENO**  
**TOPOGRAFO**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

**Trinchera No.:** 1  
**Localización:** Ladera Costado Noroeste del Muro de Gaviones  
**Coordenadas N:** 899418,03  
**Coordenadas E:** 977525,37

**Cota Base:** 2810  
**Cota Tope:** 2817,50  
**Profundidad (m):** 7,1  
**Nivel Freático (m):** N.E.  
**Fecha:** 20/08/04

Prof. (m)	Clasificación	Unidad Geológica	Descripción	Columna Litológica	Muestras
0,5			Suelo de color marrón, estructura terrosa, tamaño de grano arena media a fina, matriz <10% y humedad media		
1,0					
1,5					
2,0			Arcillolita con partículas de arena tamaño media a fina, coloración grisacea con tonalidades rojizas, humedad, plasticidad y tenacidad media		
2,5					
3,0					
3,5		Teu	Arenisca en matriz arcillosa, de color amarilla verdosa, friable y de compacidad media		
4,0					
4,5					
5,0					
5,5			Arcillolita con partículas de arena tamaño media a fina, coloración grisacea con tonalidades rojizas, humedad, plasticidad y tenacidad media		
6,0					
6,5					
7,0					
7,5			Profundidad de la trinchera: 7.10 m N.F. no encontrado		



Muestra Inalterada

Muestra Alterada

Nivel Freático

**Trinchera No.:** 2  
**Localización:** Ladera Costado Este del Muro de Gaviones  
**Coordenadas N:** 89389,94  
**Coordenadas E:** 97776,03

**Cota Base:** 2815  
**Cota Tope:** 2817,50  
**Profundidad (m):** 4,0  
**Nivel Freático (m):** N.E.  
**Fecha:** 20/08/04

Prof. (m)	Clasificación	Unidad Geológica	Descripción	Columna Litológica	Muestras
0,5		Teu	Suelo de color marrón, estructura terrosa, tamaño de grano arena media a fina, matriz <10% y humedad media		
1,0			Arcillolita con partículas de arena tamaño media a fina, coloración grisacea con tonalidades rojizas, humedad, plasticidad y tenacidad media		
1,5					
2,0					
2,5					
3,0					
3,5					
4,0			Profundidad de la trinchera: 4.0 m N.F. no encontrado		



Muestra Inalterada

Muestra Alterada

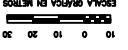
Nivel Freático

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

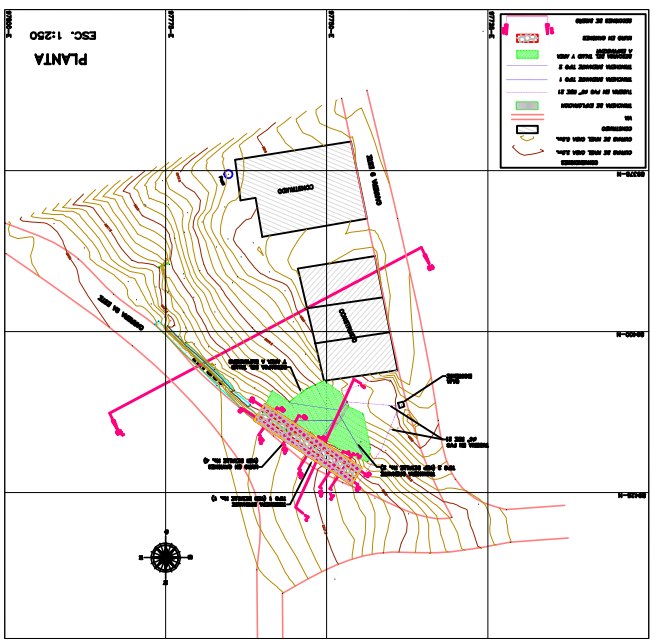
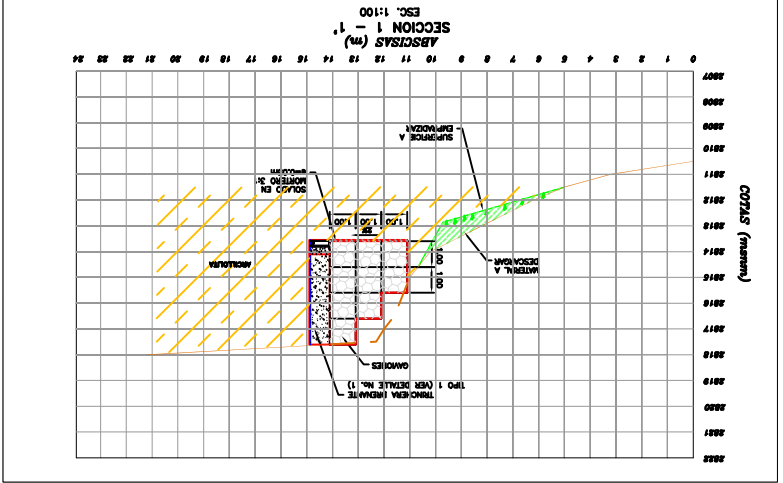
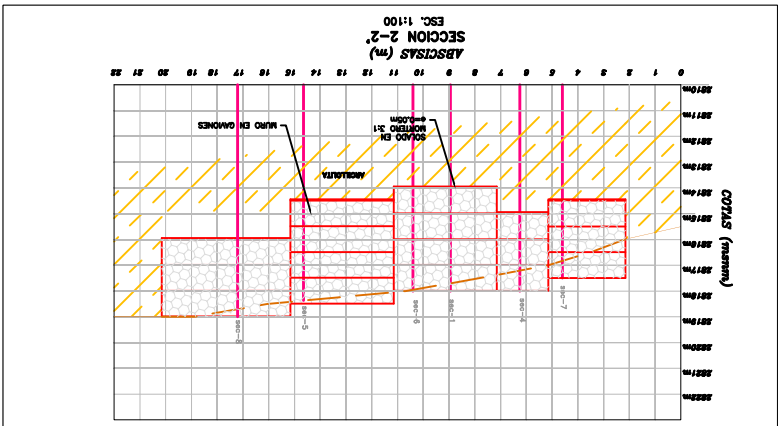
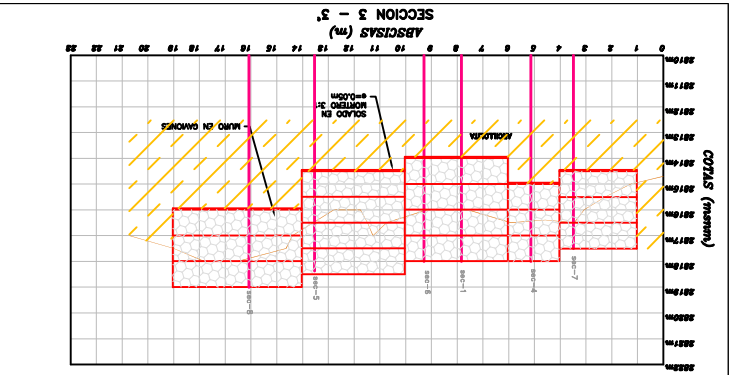


**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**PLANOS**

<b>FUENTE:</b>	LEVANTAMIENTO DIRECTO
<b>ELABORÓ:</b>	CONSORCIO CONSTRUCTORES CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR
<b>INTERVENORIA:</b>	FOPAE

**ESCALA 1 : 100**  

 ESCALA GRÁFICA EN METROS

<b>LEVANTÓ:</b>	CARLOS HERNANDO MORENO	<b>DIBUJÓ:</b>	JOSE TORRES
<b>REVISÓ:</b>	CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA	<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2004
<b>APROBÓ:</b>	ORLANDO HOYOS - DPAA	<b>CONTIENE:</b>	PUNTO No.1 BARRIO SIERRA MORENA, LOCALIDAD DE USME PLANTA Y SECCIONES
<b>ARCHIVO:</b>	Vo B. INTERVENTORIA	<b>PROYECTO:</b>	CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA
<b>PLANO No. 1</b>	Anexo D - Plano Sierra Morena.dwg		



**NOTA:**  
 1. ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL INFORME DE DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTÁNEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO  
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS, EXCEPTO SE INDIQUE OTRA UNIDAD.



ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

INTERVENTORIA:

CONSORCIO CONSTRUCTORES  
CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA  
DIRECTOR

FOPAE

FUENTE:

LEVANTAMIENTO DIRECTO

ELABORÓ:

ESCALA GRÁFICA EN CENTÍMETROS  
1 0 1 2 3cm

VO B. INTERVENTORIA

APROBÓ:

LEVANTÓ:

DIBUJÓ:

ARCHIVO:

CONTIENE:

PROYECTO:

REVISÓ:

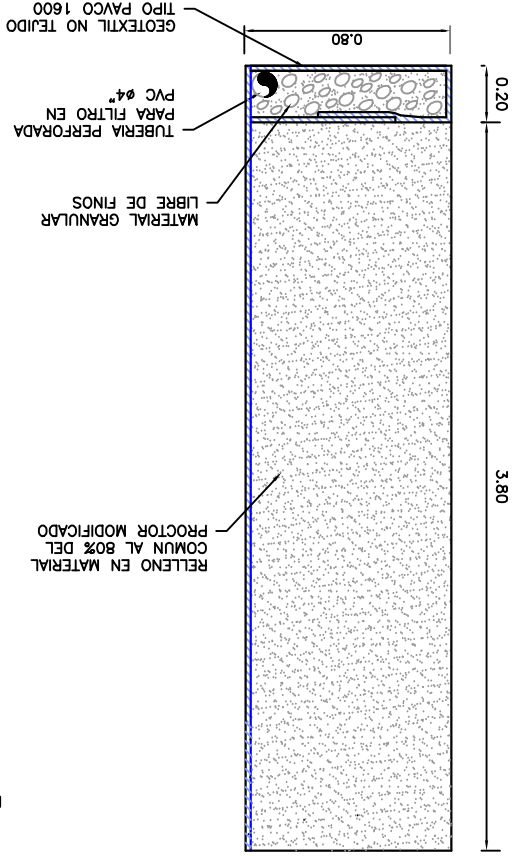
FECHA:

NOTAS:

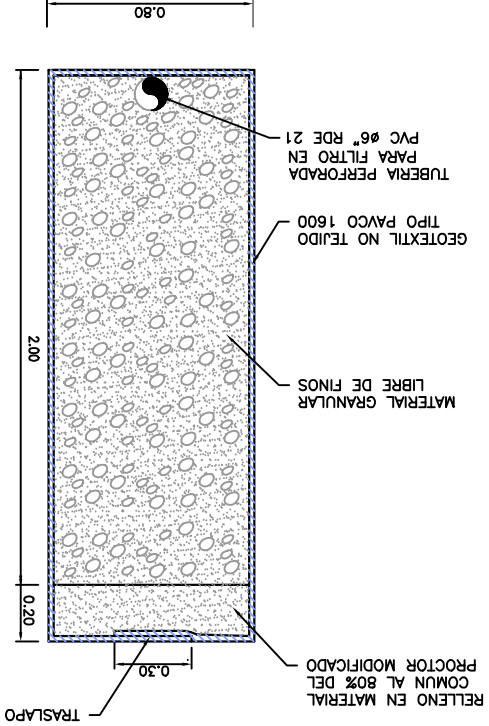
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS, EXCEPTO SE INDIQUE OTRA UNIDAD.

2. ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL INFORME DE DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTÁNEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO

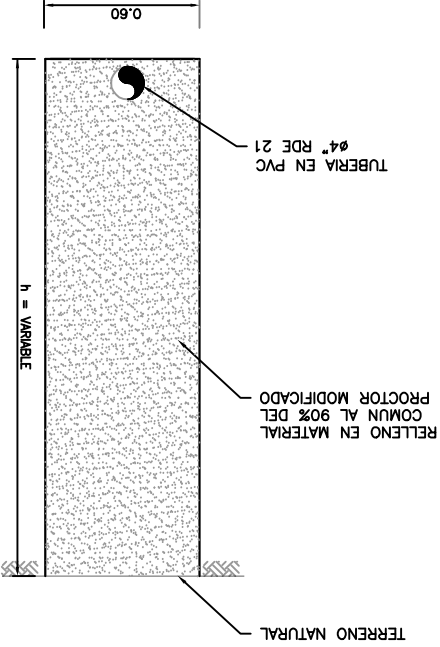
DETALLE No. 1  
TRINCHERA DRENANTE TIPO 1  
ESCALA 1:20



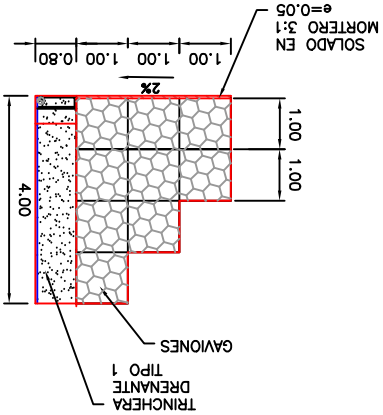
DETALLE No. 2  
TRINCHERA DRENANTE TIPO 2  
ESCALA 1:20



DETALLE No. 3  
TUBERIA DE CONDUCCION  
ESCALA 1:20



DETALLE No. 4  
MURO DE GAVIONES  
ESCALA 1:100





ALCALDIA MAYOR DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

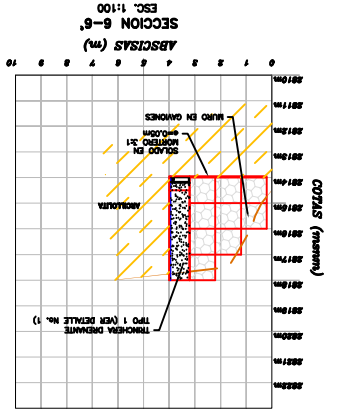
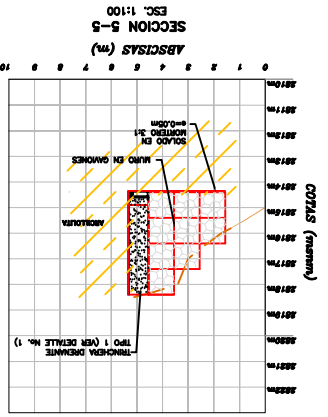
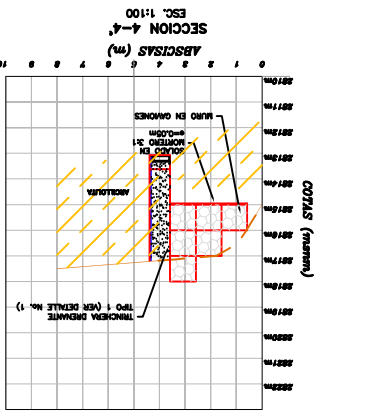
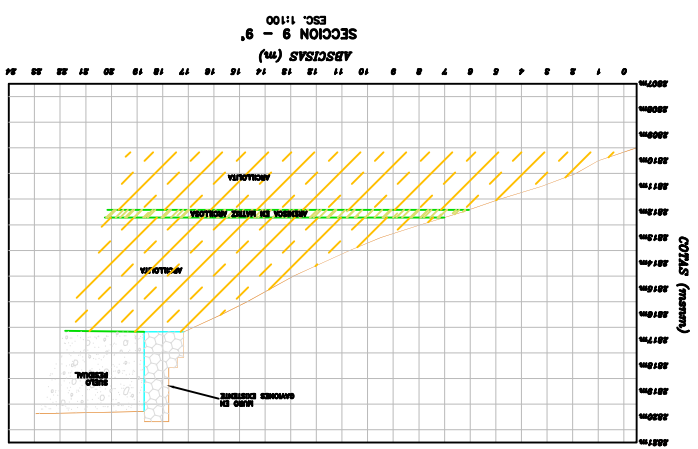
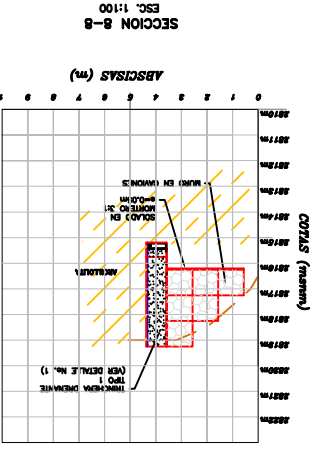
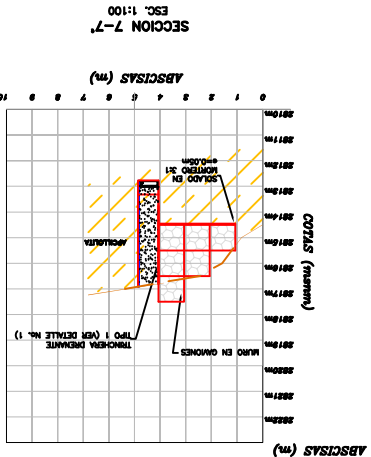
FUENTE: LEVANTAMIENTO DIRECTO	ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCTORES CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR	INTERVENTORIA: FOPAE
-------------------------------	--	----------------------

ESCALA 1 : 100	ESCALA GRÁFICA EN METROS
----------------	--------------------------

LEVANTÓ: CARLOS HERNANDO MORENO	DIBUJÓ: JOSE TORRES	PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA
REVISÓ: CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA	FECHA: AGOSTO DE 2004	CONTIENE: PUNTO No.1 BARRIO SIERRA MORENA. LOCALIDAD DE USME SECCIONES
APROBÓ: ORLANDO HOYOS - DPAA	ARCHIVO: Anexo D - Plano Sierra Morena.dwg	PLANO No. 2

NOTAS:

- ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL INFORME DE DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTÁNEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS, EXCEPTO SE INDIQUE OTRA UNIDAD.



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## **ANEXO E**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 1 - SIERRA MORENA, USME**

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Fondo de Desarrollo Local de Usme designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO E PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	AGOSTO/04
ELABORÓ:	CC	REVISÓ:	JL	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Fondo de Desarrollo Local las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.



El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de Proctor modificado, granulometría y límites de Atterbergh (éstos últimos para el material que pase el tamiz # 200) para el material seleccionado de los rellenos (Recebo tipo B-200).
- Ensayos de densidad de campo, granulometría y límites de Atterbergh para el control de la compactación de rellenos.

- Peso unitario para el relleno de gaviones
- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados (malla, varillas).

## **2.9 PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO**

Cuando se ejecutan obras de construcción en las vías, actividades relacionadas con servicios públicos u obras de este tipo que pueden afectar una vía o a una zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

Dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

Con el fin de reducir la posibilidad de accidentes y aminorar el impacto de la obra sobre los usuarios de las vías adyacentes, y aunque la vía superior en la zona de ejecución de los trabajos tiene un bajo tráfico de automotores, es necesario adelantar un plan de manejo de tránsito, que el Constructor debe presentar para revisión y aprobación de la Interventoría y las autoridades respectivas en forma previa a la iniciación de las obras.

Dicho plan de manejo de tráfico debe ceñirse a las especificaciones de la Secretaría de Tránsito de Bogotá, y a continuación se presentan los lineamientos generales que se deben seguir, así como el mínimo de aspectos y requerimientos a tener en cuenta para esta obra específica, reiterando que el plan de manejo de tránsito deberá ser elaborado por el Constructor, de acuerdo con su plan de trabajo y adecuado a cada una de las etapas de obra, y sometido a la aprobación de la Interventoría y las autoridades respectivas.

### **2.9.1 Objetivo general**

El objetivo general del plan de manejo de tránsito es mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan en las vías públicas o en las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, limpio, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, bajo el cumplimiento de las normas establecidas para la regulación del tránsito.

### **2.9.2 Objetivos específicos**

Específicamente el plan persigue:

- Procurar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores.

- Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales.
- Ofrecer a los usuarios una señalización clara y de fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.
- Implementar rutas alternativas con elementos de control y operación del tránsito, para permitir al transporte público y particular la optimización de distancias y tiempos de recorrido de acuerdo con los desvíos requeridos para la ejecución de las obras.
- Prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia de la obra en ejecución.

### **2.9.3 Principios fundamentales**

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito por obras civiles deben apoyarse en los siguientes principios fundamentales:

- La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito, debe ser un elemento integral y de alta prioridad de todo proyecto.
- La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.
- Los conductores y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos, mientras se aproximan y atraviesan la zona de las obras.
- Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
- Debido al incremento potencial de riesgos, durante la regulación temporal del tránsito, la seguridad en la zona debe tener constante atención.
- Para la toma de decisiones de trabajo, cada persona, cuyas acciones afectan el control temporal del tránsito, debe recibir entrenamiento adecuado, desde el nivel superior del personal administrativo hasta el personal de campo.
- La regulación del tránsito a través de las áreas de trabajo, es una parte esencial en la ejecución de obras.

Es importante considerar la divulgación de los trabajos a adelantar, con el propósito de que se tenga un conocimiento por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

### **2.9.4 Metodología**

El desarrollo del plan de manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras comprende las etapas siguientes:

1. Conocimiento de las características de las obras.
2. Identificación de las características generales de la zona de influencia de la obra.
3. Toma de información básica requerida para elaborar el plan de manejo del tránsito.
4. Diseño del plan de manejo del tránsito.
5. Puesta en marcha del plan de manejo del tránsito.
6. Supervisión del plan de manejo del tránsito

## **2.9.5 Señalización mínima a considerar**

### **2.9.5.1 Señales verticales**

#### **- Preventivas**

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial o total de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. En esta obra tendrán como mínimo un tamaño de 75 por 75 cm y se colocarán al lado derecho de la vía que se afecte por la obra.

Como mínimo se deben emplear señales SPO-01.

#### **- Reglamentarias**

Los trabajos en las vías públicas o en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las usadas normalmente, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito.

#### **- Informativas**

Se utilizarán señales informativas en la ejecución de obras, para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resulte importante destacar. Como mínimo se deben emplear señales SIO-01.

### **2.9.5.2 Dispositivos para la canalización del tránsito**

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcar las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberán poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Será necesario que se contemplen medidas especiales que garanticen el paso de los vehículos en forma gradual y segura a través del área de trabajo, considerando la seguridad de los peatones, los trabajadores y los equipos de la obra. Estos elementos deberán estar precedidos por señales preventivas e informativas y en las horas de oscuridad serán complementados con dispositivos luminosos.

Una disminución inadecuada de los carriles de circulación producirá operaciones de tránsito ajenas a la voluntad de los usuarios, que generan congestión y probabilidad

de accidentes en el área. Se recomienda adoptar una distancia mínima de transición de 100 m.

Para esta obra en particular se deben considerar como mínimo conos (de 0,45 m de altura) y cintas.

### **2.9.5.3 Dispositivos luminosos**

El desarrollo de obras genera con frecuencia condiciones peligrosas en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas, por lo tanto es necesario complementar las señales verticales y los elementos de canalización con dispositivos luminosos, tales como reflectores, luces permanentes y luces intermitentes o de destello. Para esta obra se recomienda el empleo de luces de identificación de peligro y reflectores.

### **2.9.5.4 Dispositivos manuales**

Cuando las circunstancias en una obra generan que se habilite un solo carril para el tránsito en dos sentidos, a través de una distancia limitada, se tomarán las precauciones necesarias para que el paso de los vehículos sea alternado. Dicha situación puede presentarse en un tramo corto, de bajo volumen de vehículos y de buena visibilidad, que permita que la circulación se pueda autorregular. Sin embargo, en tramos de cierta longitud, deberá regularse la circulación con una coordinación correcta para evitar que se produzcan accidentes y excesivos retrasos, por medio de dispositivos manuales. Considerando el bajo tráfico de esta vía no se considera necesario emplear estos dispositivos, salvo que el Constructor lo estime conveniente.

### **2.9.6 Ubicación de la señalización**

El Constructor, de acuerdo con los manuales de la Secretaría de Tránsito de Bogotá, deberá ubicar sobre un plano la señalización contemplada, que hará parte integral del plan de manejo de tránsito, y que deberá constatarse en campo. Un ejemplo de esta ubicación se presenta en la página siguiente.

**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.**

### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 EXCAVACIÓN MANUAL, RETIRO Y TRANSPORTE (ÍTEM 1.1)**

##### **Descripción**

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones para la construcción de los muros en gaviones y el material obtenido del perfilado del talud de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor. Las excavaciones para otras obras (tubería, cajas de inspección, trincheras drenantes) deben incluirse en el precio unitario del respectivo ítem.

##### **Alcance**

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y la excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

##### **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

##### **Seguridad durante la ejecución**

Los taludes se excavarán adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando cualquier causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Las medidas especiales para la protección superficial del talud deberán realizarse en el menor tiempo técnicamente factible.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán por su propia cuenta.

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de las excavaciones en todo momento y dará cumplimiento a las disposiciones contempladas en las normas laborales y de seguridad.



Antes de emprender obras de excavación deben localizarse líneas de servicios públicos subterráneos y de común acuerdo con el Interventor tomar las medidas del caso.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces.

Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

### **3.2 TRINCHERA DRENANTE TIPO 1 (ÍTEM 2.3)**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de trincheras para subdrenaje, con geodren planar 1, geotextil y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, la excavación, el suministro de insumos y la construcción de la trinchera, con el relleno respectivo.

#### **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción de la trinchera.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del filtro inferior y la colocación del geodren sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

El geodren planar 1 se instalará sobre la cara que da al talud. El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, según el detalle de la trinchera, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslape mínimo de treinta centímetros (0,30 m). Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. Antes de colocar el material filtrante debe instalarse en el fondo de la zanja el tubo perforado de PVC para uso hidráulico tipo filtro. De igual forma se conectará al filtro la tubería cerrada de PVC para su desagüe respectivo.

Después de instalado el filtro inferior se efectuará el relleno en material común (recebo común). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm

de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación.

La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 80% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

## **Materiales**

Geodren: Geodren tipo planar 1

Geotextil: Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

Material filtrante: Debe ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes, de tamaño menor a 3". El material filtrante deberá estar constituido por gravas. No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

Tubo de PVC: Como conducto de fondo se utilizará un tubo perforado de PVC de 4".

Recebo: Recebo común

## **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

## **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de la trinchera drenante que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

### **3.3 TRINCHERA DRENANTE TIPO 2 (ÍTEM 2.4)**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de trincheras para subdrenaje, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, la excavación, el suministro de insumos y la construcción de la trinchera, con el relleno respectivo.

## **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción de la trinchera.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del relleno sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor, y a su vez éste apruebe el material a emplear con base en inspecciones visuales y pruebas de laboratorio, en el tramo respectivo.

El relleno se efectuará empleando material seleccionado (Recebo B 200). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación. El aumento en el porcentaje de finos (Pasa Tamiz 200) no puede ser superior al 5% en granulometrías tomadas antes y después de la compactación.

La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 90% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

Si se requiere cambio de materiales el Constructor lo solicitará al Interventor y deberá realizar nuevamente los ensayos de laboratorio respectivos.

## **Materiales**

Recebo: Recebo tipo B 200

## **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

## **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de la trinchera drenante que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

### **3.4 MURO EN GAVIONES, INCLUYE GEOTEXTIL (ÍTEM 3.1)**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, lo mismo que el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos del proyecto.

#### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de insumos, la colocación y llenado de los gaviones y el amarre individual de cada cajón y de éste con los adyacentes. En todos los casos incluye el suministro e instalación del geotextil de la espalda del muro y el solado en mortero para la base. Las excavaciones y perfiladas de taludes se incluyen en el ítem de excavaciones.

#### **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha (Ver ítem excavaciones).

Una vez finalizada y recibida la excavación se procederá a efectuar una limpieza y acondicionamiento del terreno. La superficie de apoyo se conformará adecuando el terreno mediante eliminación de protuberancias y compactación con pisón. A continuación se colocará el solado en mortero en proporción cemento - arena de 1:3, en una capa de 5 cm. A medida que se construye el muro debe avanzarse en la colocación de geotextil y trinchera (ver ítem respectivo).

Cada canasta deberá ser armada en el sitio de la obra, de acuerdo con el detalle de los planos del proyecto. Su forma prismática se establecerá con ayuda de formaletas u otro medio aceptado por el Interventor.

Se hará el montaje de las canastas así: Se despliegan y abren. Se ligan las aristas. Después se unen más gaviones vacíos entre sí y sucesivamente se colocan cosiéndolos sólidamente a los adyacentes en todas las aristas hasta formar la primera fila.

Posteriormente se realiza el llenado usando piedras provenientes de areniscas duras, que tengan dimensiones ligeramente superiores a las aberturas de la malla, de forma que quede el menor porcentaje de vacíos. Paralelamente se colocan los tirantes.

El material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla. Se procurará durante la colocación, que el material quede con la menor cantidad posible de vacíos. Si durante el llenado las canastas pierden

su forma, se deberá retirar el material colocado, reparar y reforzar las canastas y volver a colocar el relleno. Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas.

Finalmente se cierran las canastas, bajando la tapa superior y amarrando a lo largo de todos los bordes perimetrales con alambre. Luego se reinicia el ciclo con la segunda fila y así sucesivamente hasta conformar el muro.

## **Equipo**

Se requieren, principalmente, equipos para el transporte del material de relleno, el transporte de las canastas de alambre y la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales.

## **Materiales**

**Canastas Metálicas:** Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm). El alambre deberá ajustarse a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856.

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a 2,7 mm, excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

La forma y dimensiones de las canastas serán las señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor.

**Geotextil:** Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

**Material de Relleno:** Podrá consistir de canto rodado o material de cantera adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

Peso unitario: Mínimo  $2,2 \text{ gr/cm}^3$

Granulometría: El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta.

Resistencia a la abrasión: El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la Máquina de Los Angeles, según la norma INV E-219, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).

Absorción: Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

El trabajo se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

Los muros se medirán sobre planos, en la cantidad que sea aceptada por la Interventoría.

## **3.5 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 2.1, 2.2 Y 4.1)**

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

### **3.5.1 Caja receptora de drenaje**

Cajas en ladrillo recocido, pañetadas por ambas caras con mortero impermeabilizado integralmente con Sika 1 o similar, según las dimensiones y localización indicadas en los planos, con placa de fondo en concreto reforzado y cañuelas, con tapa en concreto reforzado a la vista, marco metálico.

### **3.5.2 Tubería PVC de 4”**

Tubería para la conducción del drenaje desde la caja hasta el sistema de alcantarillado de aguas lluvias del barrio. Tubería tipo PAVCO o similar, RDE 21, que cumpla con las normas ICONTEC. El pago se hará según los metros lineales medidos sobre planos en planta.



### **3.5.3 Empradización**

Corresponde a la siembra de pasto nativo, en cespedón o semillas a criterio de la Interventoría. Incluye suministro de la grama, el abono, la siembra, los trabajos de jardinería y riego hasta que la especie vegetal sobreviva. No incluye el perfilado del talud, que va en el ítem de excavaciones. Incluirá una capa mínima de 10 cm de tierra negra apta para la siembra y malla de gallinero anclada a la roca. El trabajo se podrá recibir una vez se verifique que la empradización ha tomado un carácter permanente. Se medirán los M2 en planta sobre planos.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**ANEXO F**

**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE  
PRECIOS UNITARIOS**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO G**  
**CRONOGRAMA**



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 2 – EL DORADO, SANTA FE**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, SEPTIEMBRE DE 2004**

## DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2150

### DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

#### CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

#### PUNTO No. 2 – EL DORADO, SANTA FE

### 1 LOCALIZACIÓN

Localidad : Santa Fe (03)  
Barrio : El Dorado  
UPZ : (96) Lourdes  
Dirección : Carrera 7B Este con calle 4 Sur  
Fecha de visita : 21 de septiembre de 2004  
Área de influencia : 2,5 ha  
No. de predios evaluados: Ninguno  
Población beneficiada : Aproximadamente 115 personas, que habitan las viviendas de la zona  
Vigencia : Temporal, mientras no se modifiquen las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

### 2 DIAGNÓSTICO

En marzo de 1999 se presentaron varios fenómenos de remoción –flujos de tierras, como consecuencia de la reducción en los esfuerzos efectivos por cambios en la tabla de agua– que afectaron algunas unidades residenciales y familiares, al igual que las laderas involucradas con manifestaciones morfodinámicas, e incluso en obras civiles ya emplazadas. Este hecho (y otros que no atañen el presente informe) conllevó a la realización del “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe” (Consortio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, diciembre de 1999).



Fotografía 1 Emplazamiento del muro de contención

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	SEPTIEMBRE/04
ELABORÓ:	JL/NB/GIA C.	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS

En dicho estudio se propuso la construcción de un muro de contención en suelo reforzado con geotextil (véase **Fotografía 1**), un sistema de subdrenes para el manejo de aguas de infiltración y senderos-escaleras para el manejo de agua de escorrentía, entre otros.

En la actualidad, se puede observar que el muro de contención construido en suelo reforzado con geotextil presenta deformaciones entre las abscisas de diseño K0+050 y K0+090, en donde son notorias las grietas y el fracturamiento de los paneles de recubrimiento, con deformaciones relativas cercanas a los 15 cm en la cabeza del muro con respecto a la base y con dirección preferencial hacia el oeste, (orientación del buzamiento del talud); la dilatación entre cunetas y el trasdós del muro y las grietas radiales de tracción en una cámara de alcantarillado (véase **Fotografía 2**), que coinciden con la delimitación de la corona de escarpe del movimiento que propicio el estudio anterior.



Fotografía 2 Grietas de Tracción y dilatación con la cuneta en el trasdós del Muro

### 3 ESTUDIOS BÁSICOS

La información referida en este numeral, se extractó del “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe” (Consortio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, Diciembre de 1999).

#### 3.1 Geología

Las características geológicas específicas de las unidades involucradas son:

**Suelos Orgánicos (Qso).** Se encuentran en gran parte de las laderas y sus principales afloramientos se presentan en la ladera media y alta. Son de color café oscuro a negro, comprenden limos arenosos y arcillas, y en general su espesor es de 1 metro.

**Suelo Residual (Qsr).** Al igual que los anteriores cubren grandes áreas, presentan espesores menores a los tres metros y son de color café claro, crema, rojizo o violáceo, dependiendo del material parental.

**Depósito Coluvial (QCO).** Depósito coluvial antiguo con clastos de arenisca en suelo residual (QCO1); que suprayace otro constituido por elementos líticos de arenisca en suelo orgánico y residual (QCO2), con espesores superiores a 2 metros. Los suelos orgánicos cubren la mayor parte del área del estudio.

**Depósitos Recientes de Ladera (Qdr).** Se localizan en la zona apical del derrumbe principal, en la zona de ladera alta. Están constituidos por restos del muro en concreto, suelos residuales y orgánicos y desprendimientos del depósito coluvial QCO1. Su espesor parece ser menor de 2 metros.

**Conjunto Medio Superior Arenoso (TpbAs).** Conjunto que parece pertenecer a la Formación Cacho. Su espesor en algunos puntos puede alcanzar hasta 72 metros y está constituido por estratificación localmente cruzada, con algunas intercalaciones de limolitas y arcillolitas.

### 3.2 Investigación Geotécnica

El sustento y resumen de la información que se presenta en las siguientes líneas, se encuentra en el Anexo No. 3 del estudio ya mencionado.

#### a) Exploración del Subsuelo

El Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, con el fin de obtener una apropiada descripción de los suelos y rocas, programó y ejecutó 11 barrenos manuales que alcanzaron profundidades variables entre 1,05 m y 3,10 m. Durante el avance de cada barreno se identificaron visualmente los materiales encontrados y se recuperaron muestras inalteradas con tubo *Shelby* y muestras remoldeadas de material en bolsa. Cabe resaltar que la zona de fracturamiento del muro es competencia de los barrenos denominados S-1, S-2 y S-3, ubicados en sus proximidades (véase **Plano 1**), el perfil estratigráfico se muestra en el **Anexo B**.

#### b) Ensayos de campo y de laboratorio

Con el objeto de evaluar los parámetros de resistencia al corte (corto y largo plazo) el Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS efectuó ensayos *in situ* de cono dinámico (cono tipo Borros) y de penetración estándar. Además, desarrolló un programa de ensayos de laboratorio sobre algunas de las muestras para caracterización geomecánica (límites de consistencia y granulometrías simplificadas), pruebas de resistencia (compresión confinada y corte directo) y pruebas indicativas de resistencia y compresibilidad (humedad natural y peso unitario).

Los resultados de los ensayos de clasificación y resistencia se encuentran condensados en la **Tabla 1**.

**Tabla 1 Resumen de Ensayos de Laboratorio de Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS**

Sondeo	Muestra				USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	IC (%)	IF (%)	%G	%A	%F	γ <sub>t</sub> (T/m <sup>3</sup> )	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	c' (T/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
	No.	Profundidad (m)																	
		de	a	media															
S1	2	1,70	2,10	1,90	CL	15,0	48	24	24	-0,38	1,38	17				2,18	2		
	3	2,40	3,00	2,70		11,0										2,20			
S2	1	0,60	0,90	3,45	CL	13,0	35	21	14	-0,61	1,61	7				2,31	4,52	2,5	24
	2	0,90	1,35	1,13	CL	16,0	38	21	17	-0,29	1,29	11				2,23	6,1		
S3	1	0,9	1,2	1,05	CL	15,0	32	19	13	-0,30	1,30	11							
	2	1,20	1,65	1,43		15,0													
	3	1,70	2,15	1,93	CL-ML	16,0	27	20	7	-0,70	1,70	7	89	85	53	2,22	2,49		
S4	1	1,00	1,75	1,38	CL	25,0	42	26	16	-0,05	1,05	11							
	2	1,90	2,20	2,05		18,0													
	3	2,50	2,80	2,65		11,0													
S5	1	0,50	0,70	0,60									56	44	20				
S6	1	0,40	0,70	0,55	CL	12,0	37	20	17	-0,50	1,50	11				2,30	8,58		
	2	1,40	1,60	1,50		10,0										2,26		1,8	27
S7	1	0,35	0,50	0,425	CL	14,0	32	18	14	-0,28	1,28	10							
S8	1	0,60	0,85	0,73		21,0													
S9	1	0,35	0,60	0,48		20,0													
	2	1,05	1,50	1,28	CL	23,0	44	26,0	18	-0,20	1,20	11							
S10	2	1,10	1,50	1,30	CL	14,0	34	23,0	11	-0,83	1,83	10				2,10		4,5	24
	3	1,50	1,95	1,73		21,0													
S11	2	1,00	1,45	1,23	CL	10,0	31	21	10	-1,20	2,20	9				2,26			



### 3.3 Caracterización geomecánica

Tiene incidencia directa en el sector LE-2 (ladera en contrapendiente con relieve en forma de circo amplio, con cobertura extensa de suelos y depósitos de ladera), y en él están ubicados los barrenos manuales S-1, S-2 y S-3.

**Estrato 1** Capa de Arcilla Limosa carmelita grisácea, consistencia media a firme.

**Estrato 2** Arcillolita Limosa gris clara a habana amarillenta, con vetas moradas y oxidadas, de plasticidad media a alta, humedad y compresibilidad bajas, y consistencia firme a dura. La caracterización de este estrato se puede observar en la **Tabla 2**.

**Tabla 2 Caracterización Geomecánica del Estrato 2, según estudio de** Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	11	18	19
Límite Líquido (%)	32	38	48
Límite Plástico (%)	19	21	24
Índice de Plasticidad (%)	13	17	24
Índice de Liquidez (%)	-0,29	-0,40	-0,61
Índice de Consistencia (%)	1,29	1,40	1,61
Índice de Fluidez (%)	7,0	11,5	17,0
Peso Unitario Total (T/m <sup>3</sup> )	2,18	2,23	2,31
Compresión Inconfinada (kg/cm <sup>2</sup> )	2,00	4,21	6,1
Penetrómetro de Bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	4,5	>4,5	>4,5
Resistencia al corte drenada (c, T/m <sup>2</sup> )		2,5	
Ángulo de fricción interna drenado		24	
SPT (golpes/pie)	10	28	50
Cono tipo Borros	46	56	64
Clasificación Unificada de Suelos		CL	
Profundidad al inicio del estrato (m)	0,40	0,80	1,10
Profundidad al final del estrato (m)	1,20	>2,27	>3,00
Espesor del estrato (m)	0,30	>1,47	>2,20

**Estrato 3** Arcillolita arenosa a arenisca arcillosa, habana oscura, de humedad y compresibilidad bajas, plasticidad baja y consistencia muy firme a dura. La información de caracterización se encuentra resumida en la **Tabla 3**.

**Tabla 3 Caracterización Geomecánica del Estrato 3, según estudio de** Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	15	16	16
Límite Líquido (%)		27	
Límite Plástico (%)		20	
Índice de Plasticidad (%)		7	

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Índice de Liquidez (%)		-0,70	
Índice de Consistencia (%)		1,70	
Índice de Fluidez (%)		7,0	
Peso Unitario Total (T/m <sup>3</sup> )		2,22	
Compresión Inconfinada (kg/cm <sup>2</sup> )		2,49	
SPT (golpes/pie)	41	43	45
Cono tipo Borros	60	64	68
Clasificación Unificada de Suelos		CL-ML	
Grava (%)		8	
Arena (%)		39	
Finos (%)		53	
Profundidad al inicio del estrato (m)		1,30	
Profundidad al final del estrato (m)		>2,55	
Espesor del estrato (m)		>1,25	

**Estrato 4** Estrato rocoso constituido por arenisca limosa, muy meteorizada, habana amarillenta y de consistencia dura.

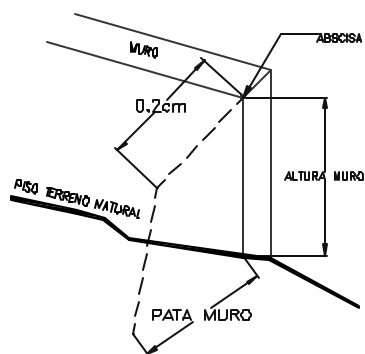
Por último, debido al número limitado de ensayos de corte directo el Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, empleó el SNIP II-15-84 que se basa en un número importante de ensayos de laboratorio sobre suelos finos de origen cuaternario, y que son función del índice de plasticidad, el índice de liquidez y la relación de vacíos del suelo.

De este modo, la determinación de los valores de parámetros de resistencia para diseño está en función de la presencia o no de procesos activos; en el primer caso, se emplearon parámetros de resistencia residuales ( $c'_{max}=1,6$  T/m<sup>2</sup> y  $c'_{min}=0,0$  T/m<sup>2</sup>,  $\phi'_{max}=21^\circ$  y  $\phi'_{min}=18^\circ$ ), y en el segundo, parámetros de resistencia pico ( $c'_{max}=4,7$  T/m<sup>2</sup> y  $c'_{min}=1,6$  T/m<sup>2</sup>,  $\phi'_{max}=26^\circ$  y  $\phi'_{min}=18^\circ$ ).

#### 4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El efecto directo que sobre los resultados obtenidos tiene la carencia de información de las propiedades de resistencia de todos los materiales y la aplicación del SNIP II-15-84, es la reducción de su confiabilidad –lo que no permite aseverar que no tengan validez-. No obstante, más allá de ello, al no contar con un sustento como levantamientos topográficos anteriores y posteriores al movimiento de marzo de 1999 (con el fin de calibrar los parámetros de resistencia movilizados mediante métodos de análisis retrogresivos), y de un programa de exploración del subsuelo con énfasis en caracterización mecánica, se adoptan los parámetros establecidos como máximos y se vinculan para la fundación –la roca- parámetros como siguen  $c'_{max}=4,7$  T/m<sup>2</sup> y  $c'_{min}=2,0$  T/m<sup>2</sup>,  $\phi'_{max}=26^\circ$  y  $\phi'_{min}=25,2^\circ$ ; -los mínimos se extrajeron del estudio “Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá D.C.”, Ingeocim Ltda. (1998), para el mismo material (Tpb)-, en aras de obtener un intervalo para calcular probabilidades.

Otro aspecto de suma importancia fue el levantamiento de las deformaciones del muro, con el fin de evaluar los puntos críticos –entiéndase como los de máximas deformaciones– y relacionarlos con la ubicación de los procesos inestables referidos en el plano de morfodinámica del estudio de diseño. El abscisado se puede observar en el **Anexo D – Plano 1**, al igual que su relación con el de diciembre de 1999. Los resultados obtenidos se listan en la **Tabla 4**, y se explican mediante la siguiente ilustración



**Tabla 4 Plomos del Muro El Dorado**

Abscisa	Cabeza Muro	Pata Muro	Altura Muro	Observaciones
K0+000	0,20	0,20	0,40	
K0+001,05	0,20	0,20	1,10	
K0+009,5	0,20	0,19	1,70	
K0+018,35	0,20	0,25	1,40	
K0+028,35	0,20	0,29	2,90	
K0+032,48	0,20	0,32	3,60	
K0+037,28	0,20	0,26	3,80	
K0+039,28	0,20	0,35	4,00	Fracturado (K0+090)
K0+048,6	0,20	0,33	2,30	
K0+056,4	0,20	0,23	1,80	
K0+061,5	0,20	0,24	2,00	
K0+071,5	0,20	0,23	2,20	
K0+078,5	0,20	0,27	3,80	Fracturado (K0+050)
K0+086,6	0,20	0,23	2,00	
K0+096,4	0,20	0,20	1,00	
K0+102,6	0,20	0,24	1,70	
K0+110,3	0,20	0,24	0,20	
K0+118,3	0,20	0,20	0,70	
K0+121,6	0,20	0,20	0,20	
K0+128,8	0,20	0,20	1,00	
K0+129,8	0,20	0,20	0,80	

De este modo el análisis se enfocó en el estudio de la estabilidad interna y de la estabilidad externa del muro, teniendo como insumos, la revisión de los parámetros establecidos por el estudio de diseño, los mecanismos de falla probables, los periodos de retorno de las variables de análisis sismo (475 años) y lluvia (30 años) y los tiempos de exposición (actual y 10 años). Para ello se asume como sección crítica la de abscisa de diseño K0+090 (Consortio Innova – CGRS) o K0+039,28 (Consortio Constructores), que ofrece las mayores altura y base de muro, al igual que implica pendientes cercanas al 75% (37° aproximadamente) y la mayor deformación relativa (del orden de 15 cm).

Así, para el caso de la estabilidad externa se evaluaron tres posibles mecanismos de falla -circular, traslacional y planar con grieta de tracción-, los dos primeros para evaluar la falla general por la base y por la altura media del muro que involucran el macizo rocoso, y el último, para evaluar el comportamiento de los materiales ante las sollicitaciones impuestas durante el proceso constructivo, y que corresponde al coluvión (véase **Anexo C**). De igual modo, las variables sismo y lluvia se vincularon como la probabilidad de ocurrencia del evento crítico para los periodos de retorno ya mencionados, salvo en la modelación de la falla planar con grieta de tracción para el que se utilizó un periodo de retorno de 5 años –relacionado con el aguacero que es capaz de llenar la grieta–.

Como resultado se obtiene que para las fallas circular y traslacional más críticas (las que pasan por la base del muro) las probabilidades de falla para un tiempo de exposición a 1 año son máximo del 5% con factores de seguridad en la condición seca y sin sismo superiores a la unidad, y del 6% con factores de seguridad de 0,88 sin sismo y en presencia de agua. En cuanto a la falla planar con grieta de tracción, las probabilidades son cercanas al 50% para los parámetros residuales, e inferiores al 0,2% para los parámetros pico, con altura del agua en toda la grieta (véase la **Tabla 5**)

En cuanto al espacio temporal de 10 años, para las fallas circular y traslacional más críticas las probabilidades en la condición seca y sin sismo no superan el 6%, y en presencia de agua sin sismo son cercanas al 13%. Entre tanto la falla planar con grieta de tracción llena de agua, esboza una probabilidad del 60% para los parámetros residuales y del 0,4% para los parámetros pico (véase la **Tabla 5**).

De otro lado, el análisis de la estabilidad del muro como elemento aislado, se verificó, para lo cual se utilizaron los parámetros de resistencia promedio del material de fundación, obtenidos en el estudio de referencia de diciembre de 1999 ( $c'=3,15 \text{ T/m}^2$ ,  $\phi'=22^\circ$ ). Los resultados dejan entrever un factor de seguridad contra el deslizamiento de 1,82 y de 4,24 contra el vuelco, y tensiones máximas admisibles superiores a las solicitadas por la estructura en el análisis de capacidad portante, es decir, estable, (véase **Anexo C**), lo que es consecuente con las deformaciones medidas, en el sentido que serían mayores hacia la cabeza que en la pata del muro y no al contrario como se midieron.

Por último se revisó el refuerzo del muro aplicando los parámetros promedio del material de fundación y los que se pueden obtener en un relleno con material seleccionado -Base B400- ( $c'=1,5 \text{ T/m}^2$ ,  $\phi'=28^\circ$ ). Los análisis mostraron que para

la mayor altura del muro –la más crítica- y con el geotextil tejido adoptado en el diseño, los espaciamientos son suficientes en el primer metro de altura y superiores a los requeridos en la parte media y superior de la estructura de contención (véase **Anexo C**).

## 5 CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis realizados se establece que el muro de contención para las condiciones de diseño es estable tanto interna como externamente. Sin embargo, son notorias, primero, la influencia de la presencia de agua en la reducción de los factores de seguridad y por ende de las probabilidades de falla como efecto de la disminución en los esfuerzos efectivos; y segundo, la condición de estabilidad crítica del depósito coluvial durante el proceso constructivo -modelado con los parámetros de resistencia residuales-, coincidente con la necesidad de entibar algunos tramos reportada en los registros de obra.

De lo anterior se infiere (asumiendo que lo estipulado en el diseño se cumplió a cabalidad, i.e. espesor de las capas, longitud del refuerzo, entre otros) que hay dos condiciones que controlan el comportamiento de estos materiales y del conjunto. Una de ellas es la susceptibilidad ante el rompimiento de tuberías, sean de aguas blancas o servidas, más aún, teniendo en cuenta la existencia de antecedentes que así lo certifican –en otras palabras, la presencia de agua en la masa-; y otra, los esfuerzos inducidos durante la construcción, con procesos de carga y descarga, además de solicitaciones dinámicas –compactación-, que generan trayectorias de esfuerzos que acercan a los materiales a sus envolventes de resistencia; así mismo, los empujes generados por esta masa al actuar durante la condición más crítica de la vida del muro (recién construido, momento en el que el muro como tal aún no está trabajando como una unidad, sin cohesionarse ni alcanzar los parámetros de diseño), le provocaron las deformaciones a nivel de la cabeza con rotación en el eje vertical hacia el occidente que según testimonio oral de los habitantes del sector, se presentaron desde la culminación de la obra.

Con base en las mediciones efectuadas para el presente diagnóstico a lo largo del muro (**Tabla 4**), se observó que las mayores deformaciones están delimitadas por la corona del antiguo deslizamiento, e incluso hay coincidencia entre los flancos del mismo y los sitios donde se visualizan las fracturas (Veáse **Anexo D - Plano 1**).

**Tabla 5 Resumen de Factores de Seguridad-Probabilidad Condicional de Falla (Distribución Lognormal)**

VARIABLES DE ANÁLISIS				CONDICIÓN DE ANÁLISIS										
				Circular	Circular	Planar	Planar	Circular	Circular	Planar	Planar	Planar grieta	Planar grieta	
Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1,815	2,055	1,776	2,339	1,815	2,055	1,776	2,339	2,500	8,223	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1,794	2,031	1,752	2,315	1,794	2,031	1,752	2,315	2,422	8,007	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,166	1,396	1,163	1,526	1,166	1,396	1,163	1,526	0,509	3,226	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,144	1,370	1,139	1,502	1,144	1,370	1,139	1,502	0,431	3,010	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,331	1,404	1,290	1,672	1,331	1,404	1,290	1,672	1,826	6,148	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,319	1,391	1,275	1,658	1,319	1,391	1,275	1,658	1,778	6,014	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,808	0,926	0,799	1,050	0,808	0,926	0,799	1,050	0,316	2,358	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,795	0,911	0,784	1,035	0,795	0,911	0,784	1,035	0,268	2,224	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Sin	1,815	2,055	1,776	2,339	1,529	1,682	1,500	2,019	2,500	8,223	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Sin	1,794	2,031	1,752	2,315	1,517	1,670	1,486	2,005	2,422	8,007	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Sin	1,166	1,396	1,163	1,526	0,887	1,052	0,890	1,221	0,509	3,226	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Sin	1,144	1,370	1,139	1,502	0,874	1,036	0,875	1,205	0,431	3,010	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,331	1,404	1,290	1,672	1,098	1,119	1,069	1,428	1,826	6,148	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,319	1,391	1,275	1,658	1,093	1,114	1,062	1,421	1,778	6,014	
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,808	0,926	0,799	1,050	0,583	0,671	0,584	0,815	0,316	2,358	
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,795	0,911	0,784	1,035	0,576	0,663	0,576	0,808	0,268	2,224	
				(base)	(media)	(base)	(media)	(base)	(media)	(base)	(media)			
Agua				seco	seco	seco	seco	ru=0,25	ru=0,25	ru=0,25	ru=0,25			
Sismo				ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	
Valores paramétricos empleados en cada sección		? <sub>max</sub> ?		<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>26,0</b>	<b>21,0</b>	<b>26,0</b>	
		? <sub>min</sub> ?		<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>25,2</b>	<b>18,0</b>	<b>18,0</b>	
		C <sub>max</sub> (ton/m <sup>2</sup> )		<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>4,70</b>	<b>1,60</b>	<b>4,70</b>
		C <sub>min</sub> (ton/m <sup>2</sup> )		<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,60</b>
Probabilidad de falla (Pf) a 1 año Método PEM			Ln	0,05053	0,00442	0,04930	0,00193	0,05861	0,00819	0,05754	0,03160	0,49125	0,00189	
Probabilidad de falla (Pf) a 10 años Método PEM			Ln	0,05807	0,00951	0,05752	0,00413	0,12825	0,04389	0,12904	0,01608	0,59160	0,00430	

## 6 MEDIDAS RECOMENDADAS

Lo más importante es disminuir la posibilidad de infiltración de agua al interior del muro, por lo que se deben tomar como medidas inmediatas el sellamiento de grietas, el reemplazo de los paneles fracturados y la inspección y mantenimiento de los sistemas de drenaje –alcantarillado, acueducto y filtros del muro-, más aún, con el agravante de estar la zona de fracturamiento del muro, emplazada en los límites de la corona de escarpe del antiguo movimiento.

Esto último, permite establecer la necesidad de implementar una campaña de monitoreo tendiente a determinar si existe un proceso activo o un síntoma de reactivación de dicho proceso, o si por el contrario está inactivo, por lo que se propone la medición de desplazamientos –verticales y horizontales– (mediante mojones en secciones trazadas perpendicularmente al abscisado en el K0+050 (K0+078,5), el K0+070 (K0+056,40) y el K0+090 (K0+039,28), e igualmente, las variaciones en el nivel del agua mediante tres piezómetros, dos en el trasdós y uno hacia el frente, como se puede observar en el **Anexo D – Plano 1**. Debe reseñarse que los paneles reemplazados también servirán como puntos de control, al ser indicativos de las condiciones del movimiento en caso de evidenciar fisuras.

De esa forma, la campaña de monitoreo propuesta permitirá establecer aspectos básicos de las características del movimiento si existiese, y así, la pertinencia de un estudio detallado que está fuera del alcance del presente informe.

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica (**Anexo A**), investigación del subsuelo (**Anexo B**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo C**), los planos (**Anexo D**), las especificaciones técnicas (**Anexo E**), cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo F**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo G**). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de fotografías tomadas en el sitio de los trabajos.

## 7 FUENTES DE CONSULTA

Consortio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (1999) para FOPAE. Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe. Bogotá, Colombia.

Ingeocim Ltda. (1998) para FOPAE. Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá D.C. Bogotá, Colombia.

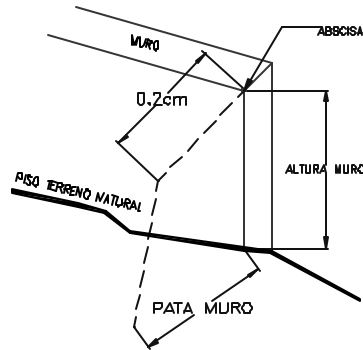
**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**CARLOS H. CANTILLO R.**  
Director de Consultoría

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO**



## Plomos del muro El Dorado (Cara Occidental)

15 de septiembre de 2004



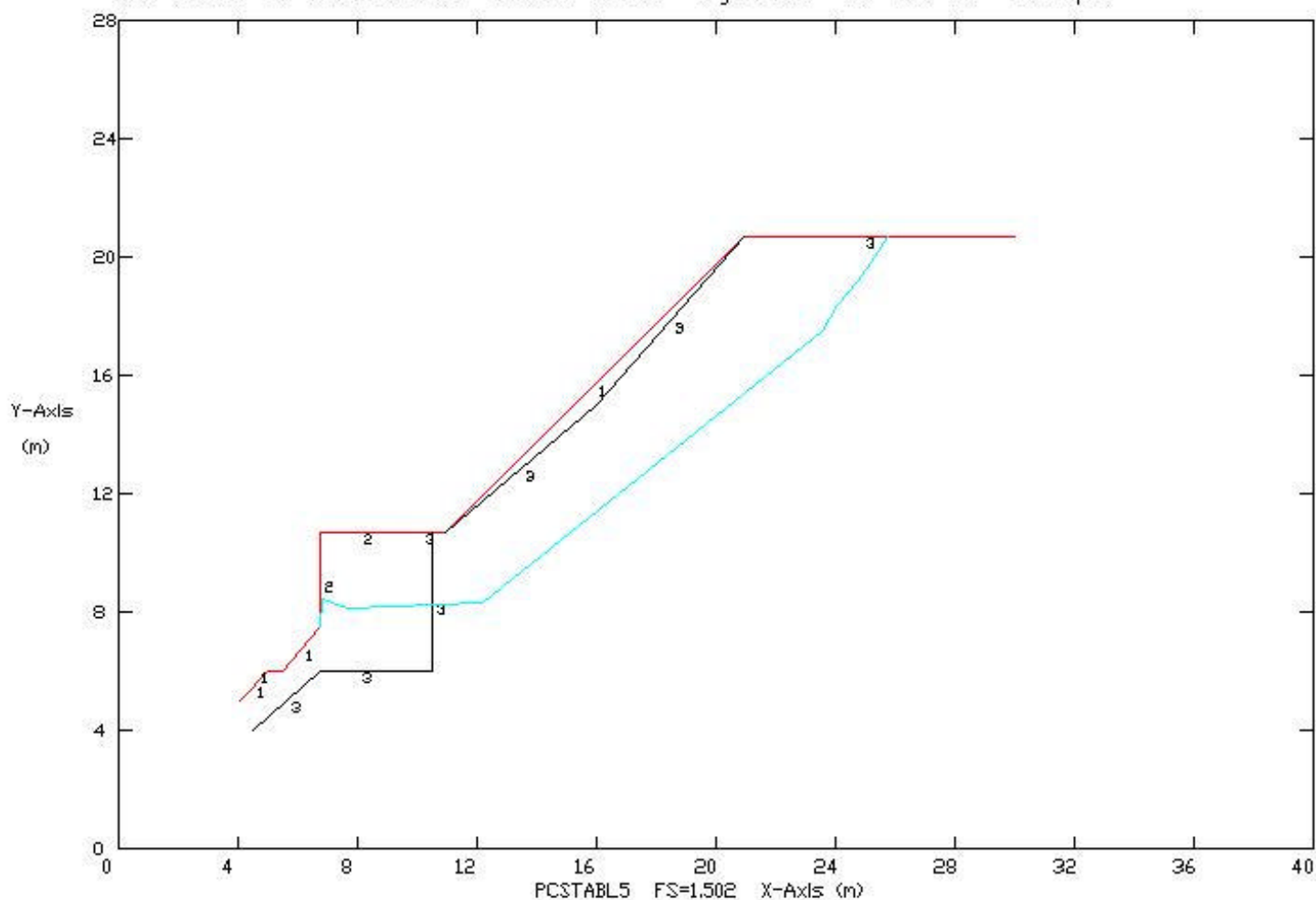
Abscisa	Cabeza Muro	Pata Muro	Altura Muro	Observaciones
K0+000	0,20	0,20	0,40	
K0+001,05	0,20	0,20	1,10	
K0+009,5	0,20	0,19	1,70	
K0+018,35	0,20	0,25	1,40	
K0+028,35	0,20	0,29	2,90	
K0+032,48	0,20	0,32	3,60	
K0+037,28	0,20	0,26	3,80	
K0+039,28	0,20	0,35	4,00	Fracturado
K0+048,6	0,20	0,33	2,30	
K0+056,4	0,20	0,23	1,80	
K0+061,5	0,20	0,24	2,00	
K0+071,5	0,20	0,23	2,20	
K0+078,5	0,20	0,27	3,80	Fracturado
K0+086,6	0,20	0,23	2,00	
K0+096,4	0,20	0,20	1,00	
K0+102,6	0,20	0,24	1,70	
K0+110,3	0,20	0,24	0,20	
K0+118,3	0,20	0,20	0,70	
K0+121,6	0,20	0,20	0,20	
K0+128,8	0,20	0,20	1,00	
K0+129,8	0,20	0,20	0,80	

CARLOS HERNANDO MORENO MORENO  
TOPÓGRAFO

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

BARRIO EL DORADO k0+090 (Falla General Planar - por el Muro)  
 Surface #1-D90P2.OUT, C:\D90P2.PLT By: GIA 09-22-04 2:02pm

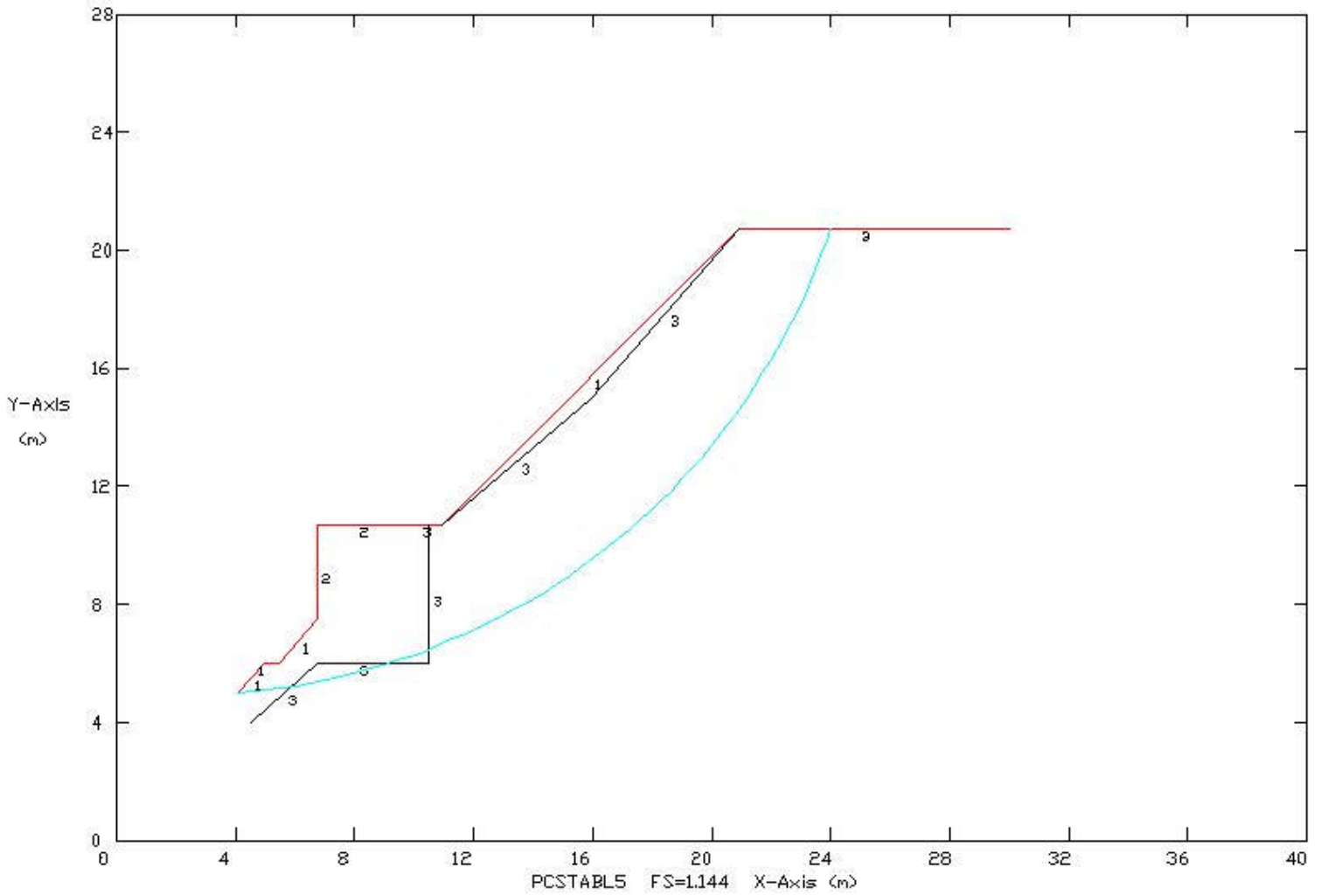


PCSTABL5 FS=1.502 X-Axis (m)

Soil Type No. Label	Total Unit wt. (KN/m3)	Saturated Unit wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (kPa)	Plaz. Surface No.
1 Residual	18	18	1	18	0	0	
2 B-400	18	18	15	28	0	0	
3 Roca	20	20	20	25.2	0	0	

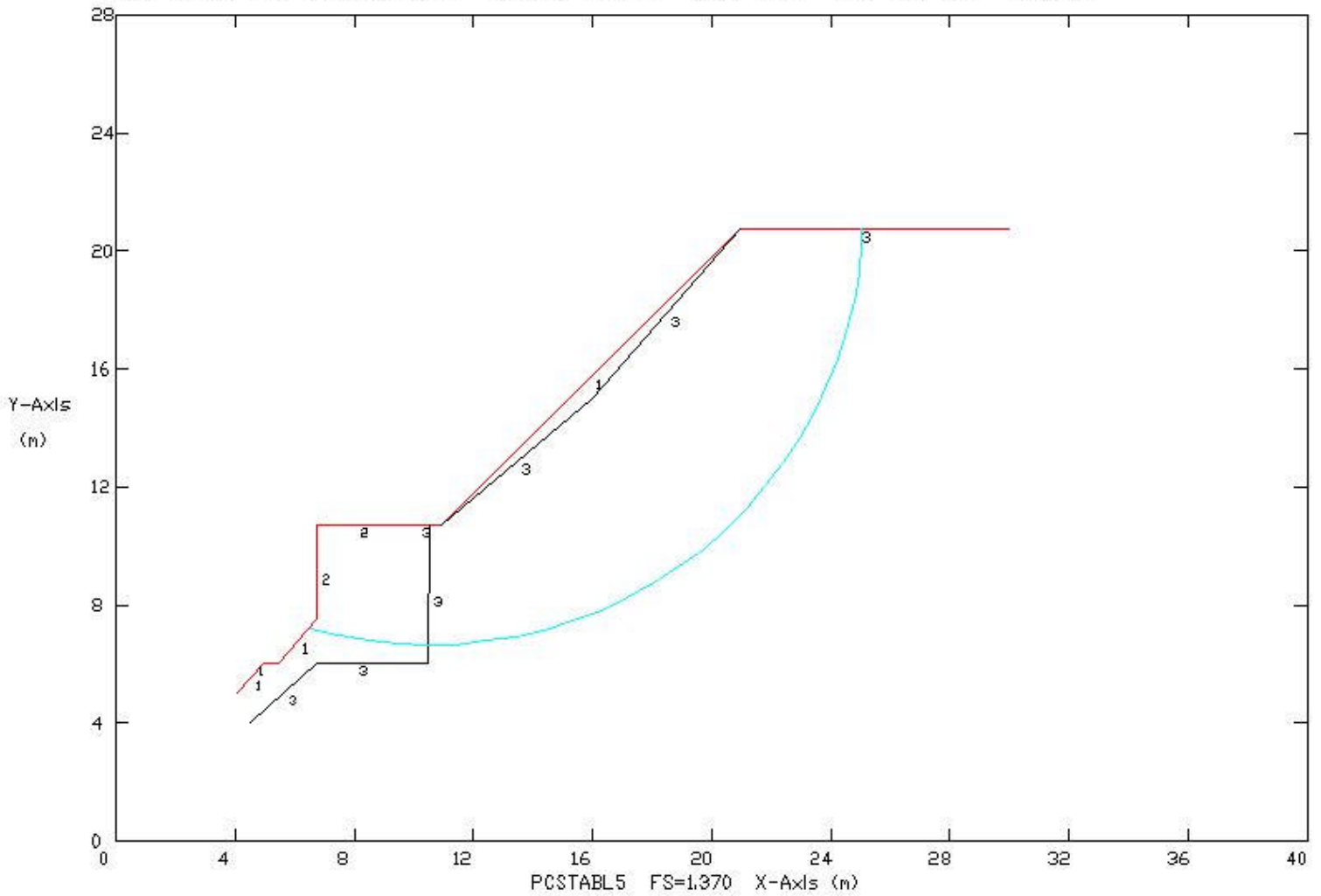
BARRIO EL DORADO K0+090 (Falla General Circular)

Surface #1-D90.OUT. C:\D90.PLT By: GIA 09-22-04 1:58pm



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Residual	18	18	1	18	0	0	
2	B-400	18	18	15	28	0	0	
3	Roca	20	20	20	25.2	0	0	

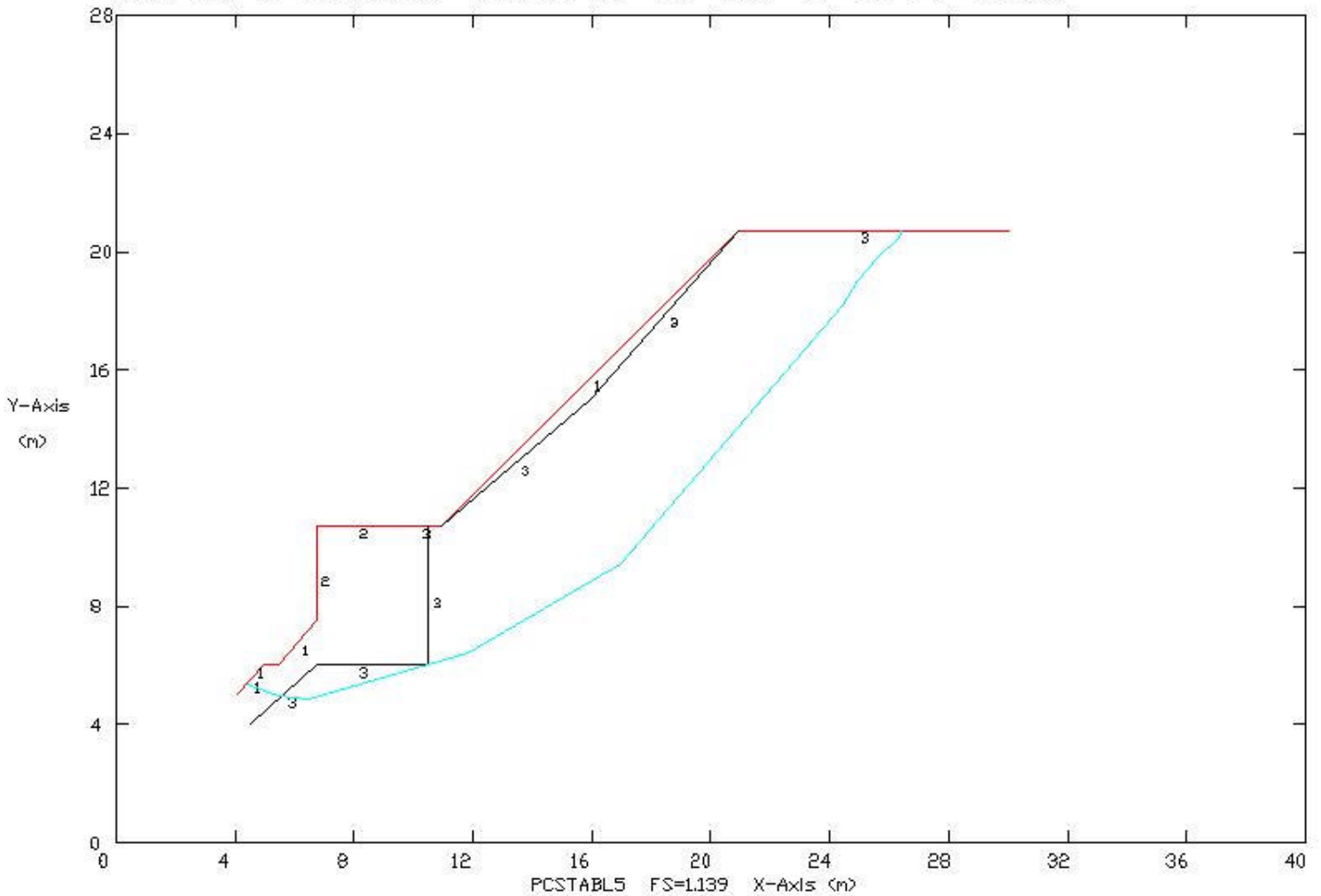
BARRIO EL DORADO k0+090 (Falla General Circular - por el Muro)  
 Surface #1-D90\_2.OUT, C:\D90\_2.PLT By: GIA 09-22-04 2:01pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Residual	18	18	1	18	0	0	
2 B-400	18	18	15	28	0	0	
3 Roca	20	20	20	25.2	0	0	

BARRIO EL DORADO k0+090 (Falla General Planar)

Surface #1-D90P.OUT. C:D90P.PLT By: GIA 09-22-04 2:01pm



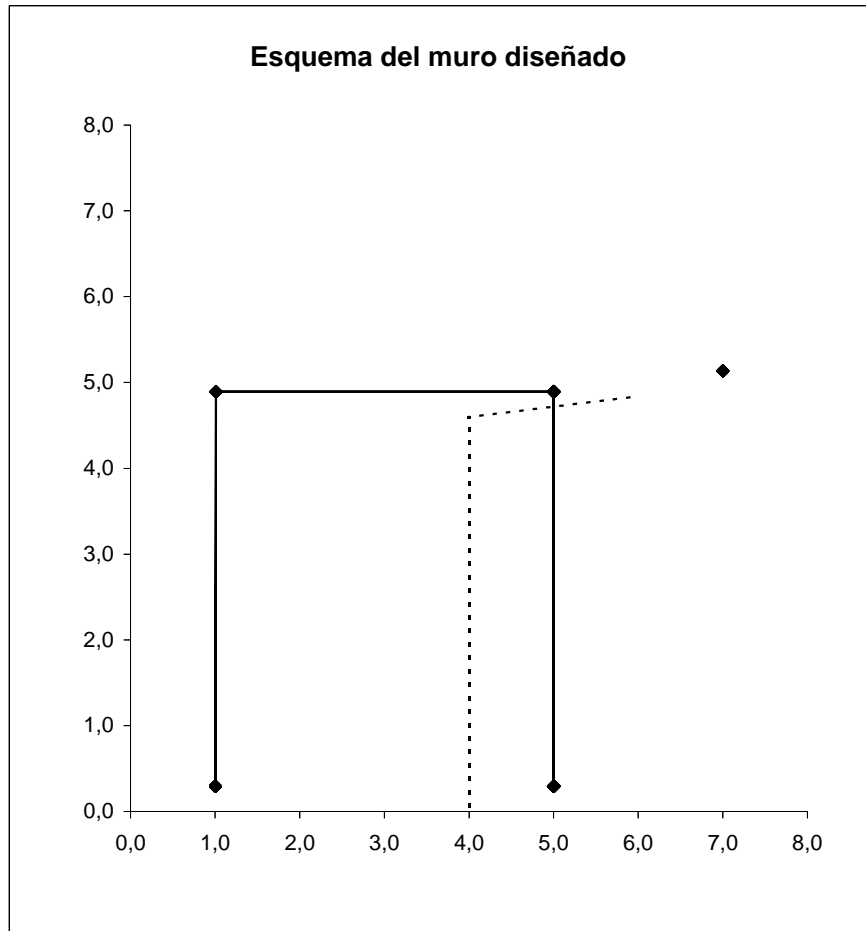
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Residual	18	18	1	18	0	0	
2 B-400	18	18	15	28	0	0	
3 Roca	20	20	20	25.2	0	0	

<b>H</b>	4,6	m
$\rho_{suelo1}$	2	ton/m <sup>3</sup>
<b>C<sub>prom1</sub></b>	3,15	ton/m <sup>2</sup>
$f_{prom1}$	22	°
$\rho_{suelo2}$	2	ton/m <sup>3</sup>
<b>C<sub>prom2</sub></b>	4,7	ton/m <sup>2</sup>
$f_{prom2}$	22	°
<b>a</b>	22	°
$\rho_{concreto}$	1,8	ton/m <sup>3</sup>
<b>kh</b>	0	
<b>kv</b>	0	
<b>Q'</b>	0	°
<b>b</b>	90	°
<b>d</b>	7,33333	°
<b>K<sub>ae</sub></b>	0,867	
<b>K<sub>p</sub></b>	2,669	
<b>e</b>	0,307	m
<b>H'</b>	4,600	m
<b>D</b>	1,50	m

<b>F.S. Volteo</b>	3,59	>	2,0	O.K.!
<b>F.S. Deslizamient</b>	3,06		1,5	O.K.!
<b>F.S. Apoyo</b>	4,56		3,0	O.K.!

Introduzca definitivos		
AB	3,990	corona
BC	4,599	trasdos
CD	0,001	long talón
DE	0,001	altura talón
EF	4,000	base
FG	0,001	altura punta
GH	0,001	long punta
HI	0,008	
KJ	0,000	

Intervalos para predimensionamiento		Recomendados
ancho de corona min 0.3 (0.08H)	0,08	0,368
longitud del talón 0.12 a 0.17 H	0,12	0,552
altura losa base 0.12 a 0.17 H	0,12	0,552
base del muro 0.5 a 0.7 H	0,6	2,76
longitud de la punta 0.12 a 0.17H	0,12	0,552





## CÁLCULOS

### MOMENTOS RESISTENTES

Polígono	Área	Brazo de momento	Peso del área	Momento respecto a F
Muro				
AIH	0,018	0,006	0,033	0,000
ABCI	18,350	2,004	33,030	66,192
DEFG	0,004	2,000	0,007	0,014
<b>Suelo</b>				
BJDC	0,005	4,000	0,009	0,037
BKJ	0,000	4,000	0,000	0,000
<b>Presión Pasiva</b>		4,000	6,872	27,487
	S	<b>12,01</b>	<b>39,95</b>	<b>93,73</b>

### MOMENTOS ACTUANTES

<b>Pae</b>	18,34	Presión activa
<b>Ph</b>	17,01	Presión horizontal
<b>H'/3</b>	1,53	Brazo de momento
<b>Momento respecto a F (Ph*H'/3)</b>	<b>26,08</b>	

### FUERZAS RESISTENTES

<b>Fricción</b>	<b>L</b>	<b>(2/3)c<sub>2</sub></b>	<b>12,53</b>
	4,000	3,133	
<b>Peso</b>	<b>B</b>	<b>(2/3)f<sub>2</sub></b>	<b>10,46</b>
	39,951	14,667	
<b>Presión Pasiva</b>			<b>29,04</b>
	S		<b>52,03</b>

### FUERZAS ACTUANTES

<b>Ph</b>	<b>17,01</b>
-----------	--------------

### PRESIONES TRANSMITIDAS AL SUELO

PRESIÓN PUNTA	PRESIÓN TALÓN	q <sub>máx</sub>
5,393	14,583	<b>14,583</b>

### CAPACIDAD PORTANTE

<b>Nq</b>	7,821
<b>Nc</b>	16,883
<b>Ng</b>	7,128
<b>q</b>	3,000
<b>B'</b>	3,387
<b>Fcd</b>	1,177
<b>Fqd</b>	1,140
<b>Fgd</b>	1,000
<b>Fci=Fqi</b>	0,553
<b>Fgi</b>	0,002
??	23,061

<b>q<sub>u</sub></b>
<b>66,526</b>

**Resumen de los Factores de Seguridad y de la Probabilidad de Falla Condicional  
SECCIÓN DE ANÁLISIS SECTOR EL DORADO**

VARIABLES DE ANÁLISIS				DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL									
				CONDICIÓN DE ANÁLISIS									
				Circular	Circular	Planar	Planar	Circular	Circular	Planar	Planar	Planar grieta	Planar grieta
Fricción	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
$\Phi_{max}$	$C_{max}$	Sin	Sin	1,815	2,055	1,776	2,339	1,815	2,055	1,776	2,339	2,500	8,223
$\Phi_{min}$	$C_{max}$	Sin	Sin	1,794	2,031	1,752	2,315	1,794	2,031	1,752	2,315	2,422	8,007
$\Phi_{max}$	$C_{min}$	Sin	Sin	1,166	1,396	1,163	1,526	1,166	1,396	1,163	1,526	0,509	3,226
$\Phi_{min}$	$C_{min}$	Sin	Sin	1,144	1,370	1,139	1,502	1,144	1,370	1,139	1,502	0,431	3,010
$\Phi_{max}$	$C_{max}$	Sin	Con	1,331	1,404	1,290	1,672	1,331	1,404	1,290	1,672	1,826	6,148
$\Phi_{min}$	$C_{max}$	Sin	Con	1,319	1,391	1,275	1,658	1,319	1,391	1,275	1,658	1,778	6,014
$\Phi_{max}$	$C_{min}$	Sin	Con	0,808	0,926	0,799	1,050	0,808	0,926	0,799	1,050	0,316	2,358
$\Phi_{min}$	$C_{min}$	Sin	Con	0,795	0,911	0,784	1,035	0,795	0,911	0,784	1,035	0,268	2,224
$\Phi_{max}$	$C_{max}$	Con	Sin	1,815	2,055	1,776	2,339	1,529	1,682	1,500	2,019	2,500	8,223
$\Phi_{min}$	$C_{max}$	Con	Sin	1,794	2,031	1,752	2,315	1,517	1,670	1,486	2,005	2,422	8,007
$\Phi_{max}$	$C_{min}$	Con	Sin	1,166	1,396	1,163	1,526	0,887	1,052	0,890	1,221	0,509	3,226
$\Phi_{min}$	$C_{min}$	Con	Sin	1,144	1,370	1,139	1,502	0,874	1,036	0,875	1,205	0,431	3,010
$\Phi_{max}$	$C_{max}$	Con	Con	1,331	1,404	1,290	1,672	1,098	1,119	1,069	1,428	1,826	6,148
$\Phi_{min}$	$C_{max}$	Con	Con	1,319	1,391	1,275	1,658	1,093	1,114	1,062	1,421	1,778	6,014
$\Phi_{max}$	$C_{min}$	Con	Con	0,808	0,926	0,799	1,050	0,583	0,671	0,584	0,815	0,316	2,358
$\Phi_{min}$	$C_{min}$	Con	Con	0,795	0,911	0,784	1,035	0,576	0,663	0,576	0,808	0,268	2,224
Nombre de archivo													
				seco	seco	seco	seco	ru=0.25	ru=0.25	ru=0.25	ru=0.25		
				ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g	ah=0.24 g
Valores paramétricos empleados en cada sección	$\Phi_{max}$			26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	21,0	26,0
	$\Phi_{min}$			25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	18,0	18,0
	$C_{max}$ (ton/m <sup>2</sup> )			4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	1,60	4,70
	$C_{min}$ (ton/m <sup>2</sup> )			2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	1,60
Probabilidad de falla (Pf) a 1 año Método PEM			Ln	0,05053	0,00442	0,04930	0,00193	0,05861	0,00819	0,05754	0,03160	0,49125	0,00189
Probabilidad de falla (Pf) a 10 años Método PEM			Ln	0,05807	0,00951	0,05752	0,00413	0,12825	0,04389	0,12904	0,01608	0,59160	0,00430
Probabilidad de falla (Pf) a 25 años Método PEM			Ln	0,07033	0,01778	0,07089	0,00770	0,21140	0,09198	0,21435	0,03571	0,61372	0,00533
Probabilidad de falla (Pf) a 50 años Método PEM			Ln	0,08991	0,03100	0,09225	0,01342	0,29481	0,15032	0,29991	0,06314	0,62075	0,00635

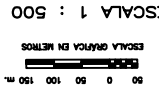
**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**PLANOS**



INTERVENTORIA:  
FOPAE

ELABORÓ:  
CONSORCIO CONSTRUCTORES  
CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA  
DIRECTOR

FUENTE: ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCIÓN EN MASA, EVA-  
LUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑOS DE TA-  
LLADOS DE LAS OBRAS RECOMENDADAS PARA ESTABILIZAR EL  
SECTOR SUR DEL BARRIO EL DORADO EN LA LOCALIDAD SANTA  
FE, CONSORCIO INNOVA INGENIERÍA LTDA. - CGRS, DIC-1999



LEVANTÓ:  
DIBUJÓ : JOSÉ TORRES

REVISÓ:  
CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA  
FECHA : SEPTIEMBRE DE 2004

APROBÓ:  
ORLANDO HOYOS - DPAE

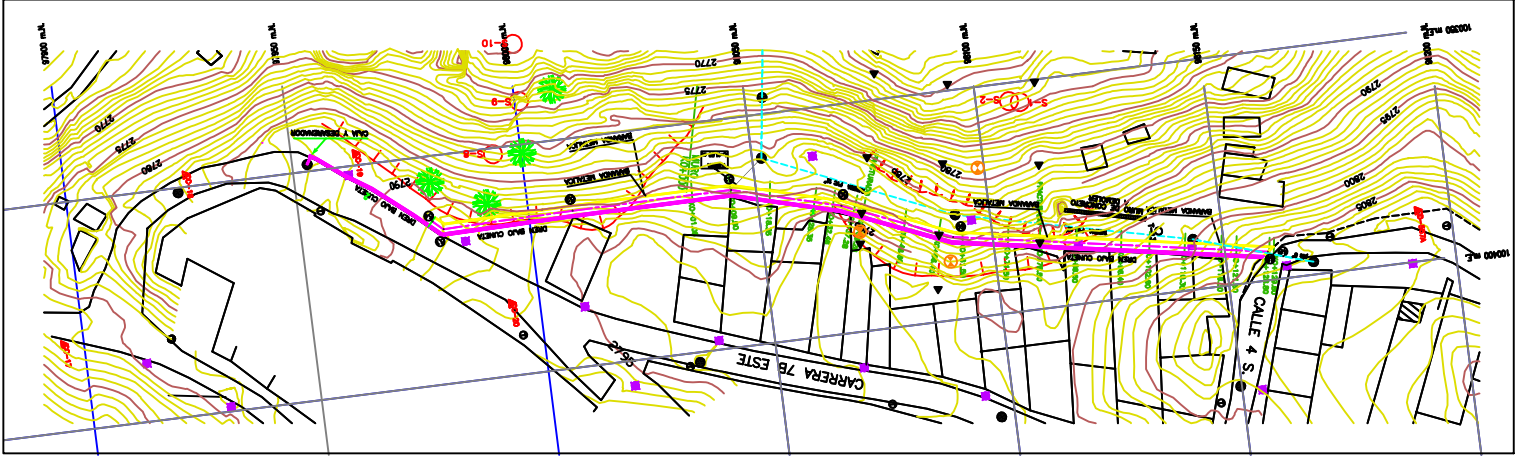
VO B. INTERVENTORIA

PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004  
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE  
POR REMOCIÓN EN MASA

CONTIENE:  
PUNTO No.2  
BARRIO EL DORADO, LOCALIDAD DE SANTA FE  
PLANTA

ARCHIVO: Anexo D - Plano El Dorado.dwg  
PLANO No. 1

NOTA: 1. LOS PUNTOS DE CONTROL SE DEFINIERON PARA EL PRESENTE DIAGNOSTICO, CON EL FIN DE MEDIR LAS DEFORMACIONES DEL MURO.  
A SU VEZ SERVIRAN COMO PUNTOS DE REFERENCIA EN LAS CAMPAÑAS DE MONITOREO PROPUESTAS.  
2. ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTANEAMENTE CON LOS DEMAS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO.



CONVENIONES

●	PUNTO DE REPLANTEO
●	ARBORES
■	DEMANA
○	TELÉFONOS
▲	REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS
○	POZO ALICATILLADO
○	SONEDO
○	PUNTOS DE CONTROL
▲	MONITORES PARA CONTROL TOPOGRÁFICO
○	PERICLITADOS

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## ANEXO E

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 2 – EL DORADO, SANTA FE

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Fondo de Desarrollo Local de Santa Fe designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO E PAG. 1	
VERSION:	1.0			FECHA	SEPTIEMBRE/04
ELABORO:	CC	REVISO:	JL	APROBO:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Fondo de Desarrollo Local las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHTO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados.

## **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

### **3.1 DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE CUNETAS(ÍTEM 1.1)**



## **Descripción**

Estos trabajos consisten en el conjunto de operaciones para demoler la cuneta en concreto existente y construir una nueva en concreto con las mismas dimensiones de la actual. No incluye la actividad de sellado de juntas longitudinales que se especifica en otro ítem.

## **Alcance**

Esta especificación cubre los requisitos referentes a demoliciones, formaletas, colocación, fraguado, acabados y reparación de todo el concreto vaciado en sitio que se va a usar en la construcción de las cunetas, así como las juntas transversales de las mismas y las normas para medida y pago respectivas.

Las actividades referidas incluyen la localización y replanteo de las obras; las demoliciones, cargue, transporte y disposición final de los materiales de demolición; el suministro y colocación de insumos y formaleta; amarres de refuerzos; preparación, vaciado y curado del concreto; colocación de juntas transversales, desformaleteada y demás actividades relacionadas.

## **Método y procedimientos de construcción**

Será removido todo el concreto de las cunetas y lo que juzgue conveniente el Interventor. Para la ejecución de los trabajos, se exigirá al contratista el uso de equipos adecuados (taladros, sierra diamantina) previamente aprobados por el Interventor. A fin de no dañar el muro en tierra armada, deberá usarse sierra diamantina.

Una vez demolida la cuneta se procederá al replanteo y localización de la nueva estructura.

El Constructor instalará las formaletas de manera de garantizar que las mismas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla. Se colocará luego el refuerzo con sus respectivos amarres. Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de base, se procederá a colocar el concreto.

Se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento del andén o sardinel. Esta junta deberá sellarse con un sellador elástico de poliuretano. El concreto deberá ser compactado y curado.

El Constructor nivelará cuidadosamente las superficies para que la obra quede con las verdaderas forma y dimensiones indicadas. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas aplicando un mortero aprobado por el Interventor.

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia de la Interventoría, excepto en determinados sitios específicos previamente aprobados por ésta.

El concreto no deberá colocarse bajo la lluvia, sin permiso de la Interventoría, dicho permiso se dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que en opinión de la Interventoría, sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

En todos los casos, el concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de vibradores o martillos de caucho. Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposita, para evitar así que éste salpique o que haya segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión o que choque contra los encofrados o el refuerzo. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores de 1,5 m.

No se permitirá el uso de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya endurecido hasta tal punto que no se pueda colocar apropiadamente, será desechado.

El Contratista deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto por lo menos durante veinticuatro (24) horas después de que éste se haya colocado.

El concreto se consolidará mediante vibración o golpe con martillo de caucho hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes y en posición casi vertical. La cabeza del vibrador debe penetrar profundamente dentro del concreto.

No se deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Debe tenerse cuidado de que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deberán operar por lo menos a 7.000 rpm.

Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización de la Interventoría. A fin de que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán moverse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente.

Los encofrados deberán removerse en forma tal que no ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras o cualquier otro daño en el concreto. Solamente se permitirá utilizar cuñas de madera para retirar los encofrados del concreto. Los encofrados y la obra falsa solo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta y siempre y cuando la remoción no le cause absolutamente ningún daño al concreto.

El curado se hará cubriendo las superficies con un tejido de fique saturado de agua o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo, aprobado por la Interventoría, que conserve continuamente (y no periódicamente) húmedas las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado suficientemente, hasta el final del período especificado del curado.

### **Estética y apariencia**

La superficie final debe ser uniforme en cuanto a su apariencia y geometría. Los concretos van a la vista por sus caras expuestas. El Constructor debe fijar muy bien sus formaletas para que éstas no se deformen en el vaciado.

### **Equipo**

Preparación del concreto: Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m<sup>3</sup>). La mezcla manual sólo se efectuará por autorización escrita del Interventor.

Formaleta: El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, las cuales pueden ser de madera o metálicas.

Transporte: Cualquier sistema de transporte o de conducción del mortero o concreto deberá contar con la aprobación del Interventor.

### **Materiales**

Concreto: f'c a los 28 días: 2.500 p. s. i.. Se tomarán muestras compuestas por 6 cilindros para ensayar una pareja a los 7 días, otra a los 28 días y la otra servirá de testigo.

Acero de refuerzo:  $f_y=4.200 \text{ kg/cm}^2$

Sellante para juntas: Material asfáltico o premoldeado según normas AASHO

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en las Normas Sismorresistentes e ICONTEC

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

El Interventor sólo aceptará obras cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no sean inferiores a las señaladas en los planos o autorizadas por él.

La diferencia máxima en niveles será de 0,005 m por cada 20 m y proporcional. No se aceptarán trabajos terminados con depresiones o deflexiones excesivas, traslajos desiguales o variaciones apreciables en la sección. En planta la desviación máxima admisible en las dimensiones será de 1 cm por cada 20 m

### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML).

### **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de las cunetas que cumplan con las especificaciones.

## **3.2 SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES DE CUNETAS Y GRIETAS EN ANDENES (ÍTEM 2.1)**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en la colocación de sellantes para las juntas longitudinales de las cunetas y las dilataciones y grietas que presente el andén actual.

### **Alcance**

Incluye el inventario de grietas, la limpieza de la junta o grieta y el suministro y colocación de sellantes.

### **Método y procedimientos de construcción**

Una vez se hayan localizado e inventariado todas las grietas presentes se debe efectuar una limpieza por medio de grata metálica o disco abrasivo. La superficie debe estar sana, seca y limpia (libre de grasa, polvo, lechada de cemento u otras materias extrañas).

El factor de forma para la junta debe ser:

<b>Ancho</b>	<b>Ancho : Profundidad</b>
Hasta 10 mm	1:1
10-25 mm	2:1

En caso de grietas de ancho mayor de 25 mm, el elemento debe reemplazarse.

Se deben seguir estrictamente las indicaciones del fabricante para una adecuada colocación del sellante.

### **Materiales**

Sellante: Sellador elástico de poliuretano.

### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

### **Medición**

Se medirá la cantidad de ML ejecutados y que cumplan estas especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

## **3.3 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 1.2, 2.2 Y 3.1)**

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

### **3.3.1 Retiro y reemplazo de losas de andén**

De acuerdo con el criterio del Interventor deberán demolerse y reconstruirse aquellos paneles que presenten alto grado de deterioro y que permitan la entrada de agua al muro. La reconstrucción se hará siguiendo las especificaciones para concreto aplicables del numeral 3.1 de estas especificaciones. Unidad de medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **3.3.2 Inspección y mantenimiento de redes de agua presentes**

Con el fin de minimizar la posibilidad de infiltración de agua al muro deberá efectuarse una inspección detallada de las redes aledañas, por medio de pruebas hidráulicas y efectuar la reparación y mantenimiento preventivo de las mismas.

### **3.3.3 Programa de monitoreo**

Corresponde a una campaña de monitoreo tendiente a determinar si existe un proceso activo o un síntoma de reactivación de dicho proceso, o si por el contrario está inactivo, por lo que se propone la medición de desplazamientos –verticales y horizontales– (mediante mojones en secciones trazadas perpendicularmente al abscisado en el K0+050 (K0+078,5), el K0+070 (K0+056,40) y el K0+090 (K0+039,28), e igualmente, las variaciones en el nivel del agua mediante tres piezómetros, dos en el trasdós y uno hacia el frente.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO F**  
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE**  
**PRECIOS UNITARIOS**

**Punto No. 2 - El Dorado, Santa Fe**

<b>CANTIDADES DE OBRA</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1</b>	<b>Obras de drenaje</b>		
1.1	Demolición y reconstrucción cuneta	ML	130,00
1.2	Inspección y mantenimiento de redes de agua	GL	1,00
<b>2</b>	<b>Obras de estabilización y protección</b>		
2.1	Sellado de juntas y grietas	ML	150,00
2.2	Retiro y reemplazo de paneles de andén	M2	20,00
<b>3</b>	<b>Otros</b>		
3.1	Programa de monitoreo, incluye colocación de piezómetros y seguimiento	GL	1,00

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO G**  
**CRONOGRAMA**



**Punto No. 2 - El Dorado, Santa Fe**

CRONOGRAMA DE OBRAS																		
ACTIVIDAD	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Obras de drenaje	■	■	■															
Obras de estabilización		■	■															
Otros			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 3 - EL PARAÍSO, CHAPINERO**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, AGOSTO DE 2004**

## **DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE**

### **CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004**

#### **PUNTO No. 3 – EL PARAÍSO, CHAPINERO**

---

#### **1 LOCALIZACIÓN**

Localidad: Chapinero.  
Barrio: El Paraíso.  
Dirección: Entre las diagonales 40 y 41 y entre la carrera 3 este y la transversal 1 bis este.  
Tipo de Riesgo: Deslizamiento en el costado oriental de la Avenida Circunvalar  
Fecha: 25 de agosto de 2004.

#### **2 DIAGNÓSTICO**

El barrio El Paraíso está cimentado en el piedemonte de los cerros Orientales, aguas arriba de la Avenida Circunvalar. Sus expresiones topográficas más altas, dispuestas en sentido NW/S, están conformadas por el sustrato rocoso; su orientación es NE/SW y están compuestas por limolitas y arcillolitas grises claras con intercalaciones de areniscas, pertenecientes a la formación Guaduas (en condición interrogada). Sin embargo, el principal ambiente está conformado por gruesas masas coluviales, con espesores estimados de hasta 15,0 m al oriente del sector, de matriz limo-arcillosa y alto contenido de cantos y bloques de arenisca cuarzosa, producto de diferentes eventos superpuestos cronológicamente. También coexisten depósitos antrópicos tratados (botaderos o escombreras de la vía) y geoméricamente conformados como el que circunda la banca occidental de la vía, y rellenos heterogéneos (desechos de construcción, y material común) y basuras establecidos en el borde norte y que definen geofomas de alta pendiente (superior a 30°) con alturas cercanas a los 5,0 m. (Civiles Ltda., 2.000)

El depósito cuaternario es el recinto en el que tienen lugar hoy día los problemas de inestabilidad. El principal fenómeno de remoción en masa puede clasificarse como un deslizamiento complejo de grandes proporciones, el cual abarca toda la zona en estudio e incluso puede ser parte del gran deslizamiento del Parque Nacional o estar interrelacionado con otros grandes movimientos inmersos en el mismo; esta masa movilizada “probablemente” (pero basados en las evidencias de campo)

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	AGOSTO/04
ELABORÓ:	JL/NB/GIA C.	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS

posee una superficie de falla de componentes rotacionales y traslacionales, con dominio en apariencia de este último (**Fotografía No. 1**). Sobre ella se aprecia un deslizamiento rotacional en el flanco noroccidental; una serie de flujos de tierra que involucran en buena parte los rellenos antrópicos, en el centro del deslizamiento principal; un deslizamiento traslacional en el flanco suroriental, y desprendimientos sucesivos de sistemas de bloques (explicados por relajación de esfuerzos) en la pata del fenómeno cerca de la confluencia de los drenajes que descargan sus aguas a la quebrada Arzobispo.



**Fotografía No. 1.** Ladera aguas abajo del Barrio El Paraíso la cual se encuentra afectada por movimientos rotacionales, traslacionales y de reptación. (NOTA: Las fotografías fueron cedidas gentilmente por el Ing. Orlando Hoyos, de DPAAE)

El proceso puede clasificarse como activo avanzado dada su tasa de movimiento, cm/año (González, 1989), y ha provocado daños permanentes y recurrentes en la Avenida Circunvalar, principal escenario de riesgo y la línea vital más comprometida en estabilidad y permanencia, y en el muro de gravedad ubicado al sur de la entrada al Barrio El Paraíso, objeto de este diagnóstico.

Pero los daños en el muro más que recaer en el proceso principal tiene origen en el deslizamiento rotacional superficial. La superficie de despegue del movimiento pasa por debajo del nivel actual (estimado) de cimentación, aunque las tasas de deformación y desplazamiento de la masa son bajas, es inexorable la pérdida de la estructura. Las primera evidencias del proceso de distribución del muro están latentes. Hoy día, los gaviones exhiben basculamiento, y algunas unidades han perdido las canastas y los fragmentos líticos. (**Fotografía No. 2**).

La intervención antrópica ha sido uno de los agentes (detonante o contribuyente) de la ocurrencia de los fenómenos de remoción en masa, puesto que se ve reflejada en el vertimiento de aguas servidas (el cual ha contribuido a la infiltración ocasionando la pérdida de resistencia de los materiales que componen la ladera), la deforestación (aunque de manera muy puntual). La distensión o disminución de los esfuerzos de confinamiento, gracias a la implantación de obras urbanas como las vías, y finalmente la construcción de viviendas e infraestructura (erosión antrópica),

constituyen otras de las causas que dan lugar a los problemas de estabilidad y aumentan el nivel de riesgo.



**Fotografía No. 2.** Muro en gaviones deformado y dislocado. La malla se encuentra en mal estado y permite la fuga de fragmentos líticos. (Fotografía del Ing. Orlando Hoyos, DPAE).

### **3 ESTUDIOS BÁSICOS**

#### **3.1 Geología y Geomorfología**

Las características geológicas específicas del área de estudio, es decir del coluvión y sus procesos de inestabilidad, como también de las rocas pertenecientes a la Formación Guaduas, son extractadas del “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa en el Barrio El Paraíso” elaborado por Civiles Ltda (2000). A continuación se detalla la descripción litológica en el área de interés:

##### **Características Litológicas.**

Las unidades litológicas que afloran en el sitio del estudio y en los predios aledaños, son: la formación Guaduas (Ktgu) y los depósitos recientes, representados por el coluvión (Qc).

**Formación Guaduas (Ktgu).** Una parte de la secuencia de estratos que hacen parte de esta formación están expuestos en el escarpe que limita el área por el costado oriental; otra parte de la secuencia ubicada hacia el borde occidental está recubierta por la masa coluvial mencionados anteriormente.

La secuencia que aflora en el escarpe está conformada, de la parte alta hacia abajo, por las siguientes litologías:

- Un paquete de areniscas cuarzosas, de color gris claro con impregnaciones de óxidos de hierro; los estratos son delgados y se observan intercalaciones

frecuentes de láminas de arcillolita gris clara. El espesor de este paquete es de 6,0 m.

- Inmediatamente debajo de las areniscas y hasta la base del escarpe se encuentra una secuencia potente de arcillolitas fisiles, de color gris claro con algunas manchas moradas localizadas sobre los planos de diaclasa. Poseen un grado de meteorización III, de acuerdo con la clasificación de Dearman (1975); pero la meteorización predominante es física, por tanto, la superficie expuesta de la roca está disgregada en partícula tamaños grava, arena y limo, preferencialmente grava.

El espesor observable de esta secuencia es del orden de 25,0 m, pero de acuerdo con los resultados de la exploración del subsuelo, tanto geoelectrónica mediante dos perfiles tomográficos y cinco (5) sondeos por rotoperCUSión, esta secuencia continua debajo del coluvión. De acuerdo con los registros de los sondeos, se trata de arcillolitas limosas, de color gris a abigarradas que en los 2,0 m de espesor aledaños al contacto con el coluvión están bastante meteorizadas y su plasticidad es media a alta como consecuencia de la presencia del nivel freático en la superficie de contacto.

**Depósito coluvial (Qd).** El desarrollo de esta clase de depósito de ladera está ligado a la presencia del escarpe de la Falla de Bogotá. Está conformado por bloques, guijarros y gravas de arenisca cuarzosa de color gris claro a amarillo, algunos guijarros y gravas de arcillolitas limosas grises y gravas de lilitas silíceas grises. Estos clastos poseen formas angulares. La matriz es arena limosa a arcillo - arenosa. Es importante resaltar que, de acuerdo con lo reportado por el perforador, dentro del coluvión hay sectores bastante permeables, por tal motivo en algunos tramos perforados hubo pérdida continua del lodo de perforación; esto puede ser consecuencia de la ausencia de matriz o presencia de una matriz arenosa.

El espesor de este depósito (con base en la exploración geoelectrónica y mediante los sondeos), es variable; de manera que en el sector norte, en el área construida, su espesor es del orden de 20,0 m, hacia el sur, en el área con problemas por inestabilidad, los espesores encontrados fueron: Sondeo 1, 8,8 m; Sondeo 2, 6,0 m; Sondeo 3, 12,9 m; Sondeo 4, 5,35 m y Sondeo 5, 15,8 m. Llama la atención el espesor encontrado en el Sondeo 5, ubicado al sur de la Circunvalar, con relación a los espesores encontrados en los Sondeos 1 y 3 localizados sobre el costado norte de la vía, como también la cota del contacto Guaduas- Coluvión. Y como muestra el Perfil Tomográfico 2-2, hacia el sureste hay un salto topográfico del contacto anteriormente mencionado. Las posibles explicaciones de este rasgo serán planteadas en el numeral 4.3.

Dentro del coluvión es necesario resaltar a nivel cartográfico la unidad Coluvión Inestable (Qci) que es un proceso de remoción en masa bastante antiguo, parece que en fecha anterior a 1950. Su litología, como se mencionó anteriormente, está constituida por los mismos materiales que conforman el coluvión.

### 3.2 Investigación Geotécnica

#### a) Exploración del Subsuelo

Gracias a las virtudes de la exploración del subsuelo realizada por la firma consultora Civiles Ltda (2000), y representadas en:

- a. El planteamiento de las perforaciones obedeció a las características que ostenta el modelo estratigráfico, dibujado por espesos depósitos Coluviales que descansan en una secuencia monótona de limolitas y arcillolitas, con buzamientos de hasta 35°, interdigitados espacialmente por rellenos heterogéneos.
- b. Su distribución espacial fue consecuente con la necesidad de estudiar la secuencia estratigráfica en el sentido preferencial de movilización del cuaternario.

Se consideró pertinente adoptarla aquí como insumo principal. Así entonces, se acopiaron dos (2) sondeos de tipo mecánico acompañadas del ensayo de penetración Standard (SPT). La perforación S2 está dispuesta en la cabeza de la masa potencial y devela el contacto coluvial – suelo residual, y la S-5, surca el cuerpo del coluvión y aporta información de su composición y del material rocoso.

Durante los trabajos se describieron los materiales encontrados; en cada caso se consignaron: tipo de material, tamaño de grano, distribución granulométrica, color, contenido de humedad, presencia de oxidaciones y fisuras; meteorización y compacidad o consistencia. En el [Anexo A “Topografía Inicial”](#) se muestra la distribución en planta de las perforaciones. De igual forma, en la **Tabla 1**, se referencian las coordenadas, cotas y profundidades de los sondeos directos, en la **Tabla 2**, se describen los niveles estratigráficos identificados, y en la **Tabla 3** las profundidades a las que se encontraron los niveles para los diferentes sondeos.

**Tabla 1 Localización de las perforaciones**

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS			NIVELES FREÁTICOS
		NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m.s.n.m.)	
S2	11,0	103348,5	101947,8	2680,0	N.R
S5	19,0	103279,7	101983,2	2666,3	N.R.



**Tabla 2 Descripción de los niveles estratigráficos**

NIVEL	SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Qd	Depósito Coluvial	Está compuesto por bloques de arenisca en matriz arcillo-limosa, con algo de arena fina.
2	Ktgu-sr-cl	Suelo residual	Suelo Residual arcilloso.
3	Ktgu-cl	Arcillolitas de la Formación Guaduas	Arcillolita gris con tonos violetas, de plasticidad alta y consistencia dura a muy dura.

**Tabla 3 Profundidades de niveles estratigráficos para cada punto de exploración**

Sondeos	NIVEL		
	1	2	3
S2	0,0 – 6,0	6,0 – 8,5	8,50 – 11,0
S5	0,0 – 16,0		16,0 – 19,0

Así las cosas, la exploración dejó entrever que la secuencia estratigráfica es normal, fallada, heterogénea y continua, y con disposiciones multicapa configuradas por tres grandes unidades: la primera de ellas conformada por un potente depósitos coluvial arcilloso de hasta 16 m de espesor; la segunda está demarcada por suelos residuales, eminentemente arcillosos, de la formación Guaduas; y la tercera conjuga el material rocoso de la citada formación: es decir, las arcillolitas.

**b) Ensayos de campo: Penetración Standard**

Paralelo con el avance en los sondeos mecánicos se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar, SPT, el cual se consideró adecuado dado el carácter heterogéneo de los suelos encontrados y bajo la consideración que el muestreo inalterado en este tipo de suelos -principalmente arenosos- se dificulta. Asimismo, gracias a éste ensayo se consiguieron concurrentemente, muestras alteradas para clasificación, y un estimativo de la resistencia del material a partir de los cuales se pudieron constatar los contactos litológicos. El ensayo se practicó con aparataje mecánico y pesa de 140 lb. El número de golpes de campo para cada uno de los sondeos, aparece graficado en los registros de perforación dispuestos en el [Anexo B](#).

El número de golpes registrado en campo ( $N_{45}$ ) fue normalizado con el objeto de tener en cuenta el confinamiento del material y la relación de energía promedio aplicada, de acuerdo con la siguiente expresión:



$$N'_i = C_N * N * h_1 * h_2 * h_3 * h_4$$

En donde:

- $N'_i$  : Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía  $i$
- $C_N$  : Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático,  $\sigma'_v$ . Se evaluó con base en las propuestas de Peck, Seed, Meyerhoff-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Sedd-Isdriss, Schmertmann y González, cuidando siempre que este factor no resultara mayor a 2. Estos valores posteriormente se promediaron
- $n_{11}$  : Factor de corrección por eficiencia de energía transmitida del martillo al varillaje y al tomamuestras. Se obtiene como la relación entre las eficiencias medias de cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%, para USA del 60% y para Colombia del orden de 45%.
- $n_2$  : Factor de corrección por longitud del varillaje.
- $n_3$  : Factor de corrección por presencia de revestimiento. Debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1,0.
- $n_4$  : Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1.0

La ecuación de la envolvente de cada material, se ilustra en la **Figura B.1** y en la **Figura B.2** del **Anexo B**, así como los respectivos parámetros de resistencia. Los grupos de materiales aparecen diferenciados por colores en la misma Tabla, y fueron obtenidos mediante la interpretación simultánea y retroalimentada de la información geológica (plano y secciones), de los registros de exploración del subsuelo, de las propiedades físicas de los materiales y de las propiedades geomecánicas resultantes de este mismo proceso. En la **Tabla 4** se resumen los resultados obtenidos.

**Tabla 4 Resumen de parámetros de resistencia en condición drenada a partir del SPT**

No.	Nombre	Descripción	$g$ (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	$f$ (°)
1	Qd	Depósito Coluvial	1,40 – 2,10	0,00	23
2	Ktgu-sr-cl	Suelo Residual	2,10	0,00	23
3	KTgu-cl	Arcillolitas de la Formación Guaduas	2,30	0	34 - 40

### c) Ensayos de laboratorio

Paralelamente con el avance y los ensayos in situ, se llevó a cabo el muestreo representativo, de ser posible continuo, para la posterior caracterización en laboratorio de los especímenes extraídos: inalterados (tipos bloque) y alterados (bolsa). En la **Tabla 5** se discriminan la cantidad y el tipo de ensayos de clasificación y resistencia ejecutados. Los ensayos se practicaron sobre las muestras que representarían mejor, por cantidad y localización, el estrato a ser caracterizado.

**Tabla 5 Resumen de Ensayos de Laboratorio**

PERFORACION	S-1				S-2				S-3	
	2-3	5	6	10	2-3	4-5	8	10	3-4	5
MUESTRA	1.40-2.95	6.40-6.80	8.50-8.55	11.00-13.00	2.10-2.55	3.00-3.75	8.50-8.95	9.00-10.00	2.10-4.25	6.50-6.95
PROFUNDIDAD [m]	11,0	22,5	16,0	9,0	22,6	23,3	15,7	11,2	20,5	13,1
HUMEDAD NATURAL w [%]										
PESO UNITARIO $\gamma$ [Ton/m <sup>3</sup> ]										
PESO UNITARIO SECO $\gamma_d$ [Ton/m <sup>3</sup> ]										
LIMITE LIQUIDO		55,1		38,7	46,4		53,5	36,5		34,2
LIMITE PLASTICO		20,1		17,3	22,1		23,0	18,6		18,8
INDICE DE PLASTICIDAD		35,0		21,4	24,3		30,5	17,9		15,4
INDICE DE CONSISTENCIA		0,931		1,388	0,979		1,240	1,413		1,370
INDICE DE LIQUIDEZ		0,069		-0,388	0,021		-0,240	-0,413		-0,370
CLASIFICACION U.S.C.S.		CH		CL	CL		CH	CL		CL
% GRAVAS		22,7			14,0	17,2			42,5	
% ARENAS		46,0			25,0	40,9			46,6	
% FINOS	20,3	31,4			61,0	41,9			10,9	
c [Kg/cm <sup>2</sup> ]										
$\phi$										

PERFORACION	S-3		S-4A				S-5			
	9	1	2	4		8-9-10-11	12-13-14-15	15	17	
MUESTRA	12.00-13.00	1.00-1.45	3.10-3.55	2.80-6.25	7.70-7.80	4.05-6.70	6.70-12.50	11.00-12.00	14.00-16.00	16.20-16.40
PROFUNDIDAD [m]	5,5	10,8	14,2	18,2		20,9	23,0	26,7	27,2	
HUMEDAD NATURAL w [%]										
PESO UNITARIO $\gamma$ [Ton/m <sup>3</sup> ]					2,29					2,09
PESO UNITARIO SECO $\gamma_d$ [Ton/m <sup>3</sup> ]					2,06					1,70
LIMITE LIQUIDO	39,50	46,1		60,1		48,1		29,7		
LIMITE PLASTICO	13,6	11,8		14,1		15,5		14,7		
INDICE DE PLASTICIDAD	25,9	34,3		46,0		32,6		15,0		
INDICE DE CONSISTENCIA	1,312	1,029		0,911		0,834		0,200		
INDICE DE LIQUIDEZ	-0,312	-0,029		0,089		0,166		0,800		
CLASIFICACION U.S.C.S.	CL	CL		CH		CL		CL		
% GRAVAS										
% ARENAS										
% FINOS			39,5			20,3	36,1		24,4	
c [Kg/cm <sup>2</sup> ]					0,10					0,16
$\phi$					17°					22°

### 3.3 Caracterización geomecánica

En el sector del proyecto se encuentran los dos tipos de materiales térreos: suelos y rocas. Los suelos corresponden principalmente a depósitos cuaternarios tipo coluvial y residual, mientras que las rocas pertenecen a la formación (de edad Cretácea): Guaduas.

En las descripciones de roca, se incluyeron aspectos como: tipo de roca, tamaño de grano, composición mineralógica, litología, angularidad de las partículas, relación matriz-esqueleto, gradación, etc. Adicionalmente, en varios de los afloramientos y trincheras se levantaron datos estructurales de las discontinuidades del macizo rocoso.

La caracterización del macizo rocoso partió de los trabajos de geología (campo y fotoidentificación), de la interpretación de la exploración geoelectrica y de la información de los ensayos realizados en campo. La exploración geoelectrica se basó en los tipos de rocas presentes y delimitó sus espesores, mientras que las pruebas de campo como peso unitario y SPT, sirvieron para determinar los parámetros de clasificación y resistencia del material rocoso. Finalmente, la síntesis de los dos elementos, permite la clasificación y caracterización del macizo rocoso.

De otro lado, la caracterización geomecánica de los suelos se basó en los trabajos de exploración del subsuelo, en los que se describieron visualmente los materiales encontrados consignando en cada caso: tamaño de grano; distribución granulométrica; color; contenido de humedad; plasticidad para materiales finos; consistencia o compacidad para suelos finos o granulares, respectivamente y presencia de raíces, fisuras y oxidaciones. Adicionalmente, en cada uno de los sondeos se ejecutaron pruebas de campo, penetración estándar (SPT). Estos ensayos resultan útiles para determinar los parámetros de resistencia al corte previa corrección y normalización de los valores de campo.

Una vez consolidada, agrupada, organizada y sistematizada toda la información de campo y laboratorio, se revisaron y cotejaron las descripciones y propiedades físicas y mecánicas de cada tipo de material encontrado para, posteriormente, obtener grupos de características similares y comportamiento geomecánico correlacionable. Cada uno de los grupos de material definidos presentan similitudes en su tamaño de grano, clasificación (según Sistema de clasificación de suelos SCUS) e índice de resistencia (definidos por Terzaghi y Peck, 1948).

## **Suelos**

En este capítulo se relacionan las principales propiedades físicas y mecánicas de los suelos que se encuentran en el sitio de localización del proyecto, y que fueron detectados en los sondeos. En resumen se tienen los siguientes tipos de materiales:

- Material 1: Depósito de Ladera (Qdl)
- Material 2: Suelos Residuales arcillosos (Ktgu-sr-cl)

- **Material 1: Depósito de Ladera (Qdl)**

En general están compuestos por gravas y clastos angulares y subangulares de areniscas y líticos; mezclados con una escasa matriz arcillosa. Son de humedad media, y consistencia blanda a media. Se manifiesta en todos los sondeos, y cubre

la casi totalidad de las laderas. **Tabla 6** se compilan las principales propiedades geomecánicas de este material.

**Tabla 6 Parámetros geotécnicos del material 1**

Propiedad	Valor	Calificación
Contenido de humedad, w (%)	15 -27,6	Bajo
Límite líquido, LL (%)	26,70 -53,5	Bajo
Índice de plasticidad, IP (%)	15 - 30,5	Bajo
Peso unitario húmedo (ton/m3)	1,40 – 2,10	
Cohesión, c (Ton/m2)	1,0 –1,60 CD	-
Angulo de fricción, $\phi$ (°)	17° - 22 CD	-

De los resultados relacionados en la Tabla 6, se establecieron los valores promedios de los parámetros geomecánicos a utilizar en los análisis de estabilidad y corresponden a:

Cohesión (ton/m2) = 2,0  
 Angulo de fricción (°)= 16  
 Peso unitario (ton/m3)= 1,80

▪ **Material 2: Suelo Residual Arcilloso (Ktgu –sr-cl)**

Son predominantemente arcillosos, de colores grises y abigarrados. Aparecen en el sondeo 2 y tiene como principales propiedades geomecánicas las señaladas en la **Tabla 7**.

**Tabla 7 Parámetros geotécnicos del material 2**

Propiedad	Valor	Calificación
Peso unitario Húmedo (Ton/m3)	2,10	-
Cohesión, c (Ton/m2)	0 SPT	-
Angulo de fricción, $\phi$ (°)	23 SPT	-

**Material rocoso**

▪ **Material 3: Arcillolitas de la Formación Guaduas (Ktgu - cl)**

Aparecen al final de los sondeos 2 y 5. Son de color gris con tonos violetas, a crema, de litificación alta, de consistencia dura a muy dura. Su plasticidad varía de manera creciente a medida que aumenta la profundidad desde valores de 15% a 5,5 m hasta 26% a 12,0 m; la humedad natural de esta material decrece a medida que se profundiza el material desde valores de 15% en el suelo residual hasta 5% en roca más sana. En la **Tabla 8** se reseñan algunos de los principales parámetros geomecánicos de este material.

**Tabla 8 Parámetros geotécnicos del material 3**

Propiedad	Valor	Calificación
Contenido de humedad, w (%)	22,5	
Límite líquido, LL (%)	55,1	
Índice de plasticidad, IP (%)	35	
Peso unitario húmedo (ton/m <sup>3</sup> )	2,30	-
Cohesión, c (Ton/m <sup>2</sup> )	0 SPT – 10 (Asumido)	
Angulo de fricción, $\phi$ (°)	34 – 40 (SPT)	-

#### 4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Con base en los resultados obtenidos anteriormente se efectuó el modelo geotécnico y se plasmó en las secciones 6-6' y 7-7', con el fin de evaluar la estabilidad local del sector afectado y la general de la ladera. La localización de las secciones se muestra en el **Plano del Anexo C**. Los análisis se realizaron a partir del programa PCSTABL, se modelaron superficies de falla circulares obtenidas por el método de Janbu, se emplearon los parámetros promedio del coluvión y se consideraron las cuatro combinaciones posibles de los eventos extremos probables (lluvia y sismo). Adicionalmente, se planteó como medida de estabilización, el reemplazo del muro en gaviones existente, pero dejando un empotramiento de 2,5 m de profundidad en el coluvión, al tener en cuenta que las superficies de falla críticas obtenidas del estudio de Civiles Ltda. se desarrollan a 2,0 metros de profundidad. En las **Figuras 3 a 6 del Anexo B**, se visualizan las superficies de falla críticas, mientras que en la **Tabla 9** se relacionan los resultados obtenidos.

En el **Anexo B** se compilan las memorias de cálculo del análisis por volteo y al deslizamiento del muro, como la verificación de la capacidad portante.

#### 5 CONCLUSIONES

Con base en la **Tabla 9** se estableció que la masa en movimiento se puede estabilizar a manera local, mediante la implementación del muro en gaviones; aunque la ladera en general sigue siendo susceptible de continuar el movimiento – que se ha catalogado como complejo, en condiciones de lluvia extrema y sismo.

**Tabla 9 F.S.para falla rotacional - parámetros promedio  
(ah=0,24 g y av=0,08 g)**

ARREGLO HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	f medio (°)	VARIABLES DE ANÁLISIS			FS prom
				Cohesión Estática (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
PAR6CRCO.SI	S6	DEPÓSITO	16,00	20,00	Sin	Sin	2,692
					Sin	Con	1,570
					Con	Sin	2,692
					Con	Con	1,570
PAR6CRLA.SI	S6	DEPÓSITO	16,00	20,00	Sin	Sin	1,120
					Sin	Con	0,846
					Con	Sin	1,121
					Con	Con	0,597
PAR7CRCO.SI	S7	DEPÓSITO	16,00	20,00	Sin	Sin	2,129
					Sin	Con	1,193
					Con	Sin	2,129
					Con	Con	1,193
PAR7CRLA.SI	S7	DEPÓSITO	16,00	20,00	Sin	Sin	1,485
					Sin	Con	0,828
					Con	Sin	1,485
					Con	Con	0,828

## 6 MEDIDAS RECOMENDADAS

Para mejorar las condiciones de estabilidad se recomienda demoler el muro en gaviones existen y reemplazarlo por uno de mayor altura, empotrado como mínimo 2,5 metros de profundidad, revestido en mortero para evitar las infiltraciones. Adicionalmente debe tener un cubrimiento de geotextil en su parte posterior, una inclinación del 2% hacia la ladera, un solado en mortero en la base. Para el manejo de las aguas subsuperficiales se proponen la colocación de trincheras sobre la ladera del costado oriental del muro, de 2 metros de profundidad y dispuestas a manera de espina de pescado; y la construcción de una trinchera de tres metros al trasdós del muro, en la cual se evacuarán las aguas provenientes del la obra de drenaje mencionada inicialmente. Ambas deberán tener un ancho de 0,80 metros, ir envueltas en geotextil, contar con un sello de 0,20 m de relleno en material común en la parte superior, conformadas con material filtrante y disponer de una tubería ranurada de 4" de diámetro. La evacuación final de las aguas se realizará a través de una tubería en PVC, de 6" de diámetro, que atravesará la avenida circunvalar y dispondrá las aguas en un drenaje natural de aguas lluvias.

Para garantizar la estabilidad durante la ejecución de las obras se deberá demoler el muro de gaviones existentes y construir la nueva estructura de gravedad, por tramos no superiores a 4 m.

Para la ejecución de las obras se requiere adicionalmente del retiro y construcción de una cerca de alambre de púas. También se deberán podar tres árboles. Las secciones de diseño y los detalles se presentan en los Planos del [Anexo C](#).

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica ([Anexo A](#)), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo ([Anexo B](#)), los planos ([Anexo C](#)), las especificaciones técnicas ([Anexo D](#)), cantidades de obra, presupuesto y [análisis unitarios](#) ([Anexo E](#)) y el cronograma aproximado de obra ([Anexo F](#)). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de [fotografías](#) cedidas por el Ing. Orlando Hoyos, de DPAAE, como complemento del informe.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**CARLOS H. CANTILLO R.**  
Director de Consultoría

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO**





**CALCULO DETALLES PARAISO**

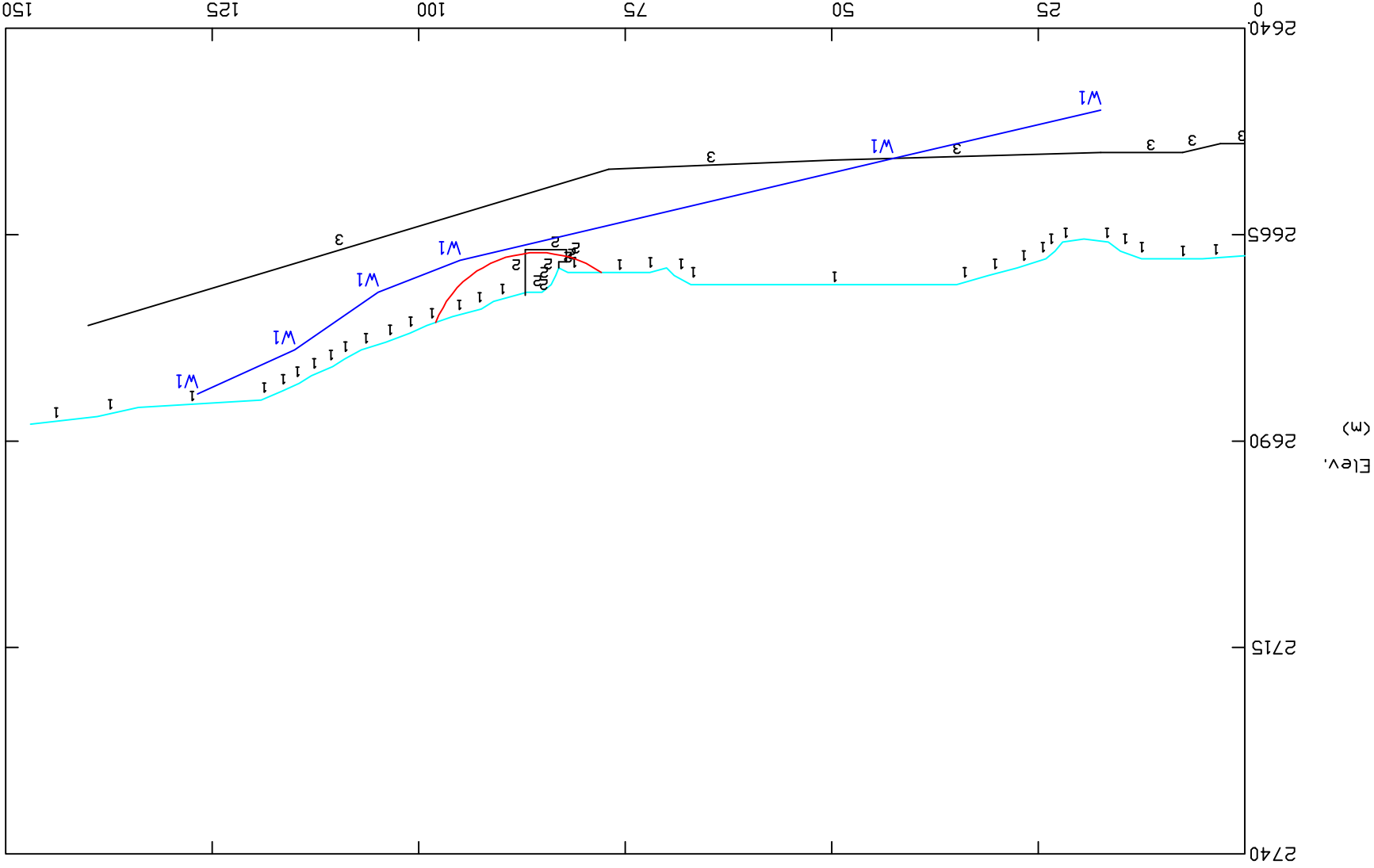
22 de agosto de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclínada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
	125	83,4	83,092	85	4	18	1,43		48	55	0	48	54	60	103345,532	101988,073	2671,517
	126	83	82,714	85	14	18	1,43		49	17	30	49	17	30	103344,874	101988,142	2671,245
	127	82,85	82,536	85	0	34	1,43		49	40	14	49	40	14	103344,344	101988,362	2671,558
	128	88,75	88,488	85	36	0	1,43		50	44	0	50	44	0	103346,935	101993,951	2671,167
	129	86,32	86,014	85	10	38	1,43		49	35	36	49	35	36	103346,683	101990,939	2671,610
	130	79,87	79,557	84	55	30	1,43		47	23	48	47	23	48	103344,782	101984,001	2671,416
	131	72,5	72,198	84	46	0	1,43		44	54	42	44	54	42	103342,058	101976,415	2670,964
	132	61,4	61,165	84	58	54	1,43		41	44	12	41	44	12	103336,570	101966,160	2669,729
	133	55,7	55,452	84	35	42	1,43		39	13	36	39	13	36	103333,884	101960,510	2669,602
	134	52,7	52,475	84	42	6	1,43		39	1	0	39	0	60	103331,699	101958,478	2669,224
	135	42,9	42,697	84	25	24	1,43		36	22	34	36	22	34	103325,305	101950,765	2668,528
	136	32,55	32,428	85	2	42	1,43		31	59	24	31	59	24	103318,432	101942,622	2667,179
	137	24,7	24,589	84	33	36	1,43		24	0	36	24	0	36	103313,389	101935,447	2666,709
	138	20,66	20,573	84	44	6	1,43		16	30	24	16	30	24	103310,653	101931,288	2666,266

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENO**  
**TOPOGRAFO**

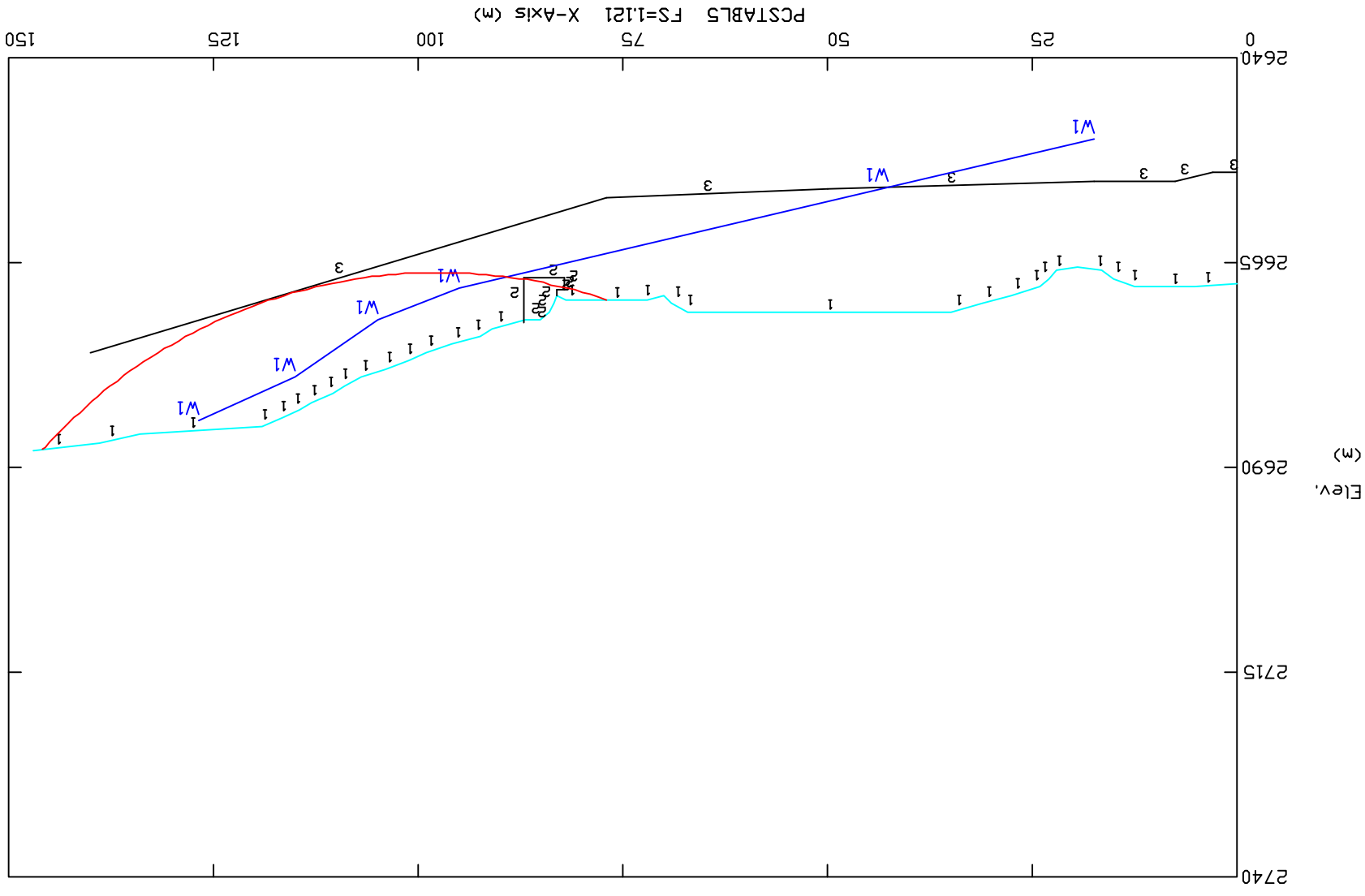
**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

SECCION 6 - EL PARAISO SUPERFICIE CRITICA CORTA  
 Surface #1-PAR-6COR.OUT, C:\PAR6CRCD\PLT 08-25-04 11:05am



Soil Type	No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
3	ARCILLA	21	21	16	24	0	0	W1
2	MURD	18	18	10	38	0	0	W1
1	QC	18	18	20	16	0	0	W1

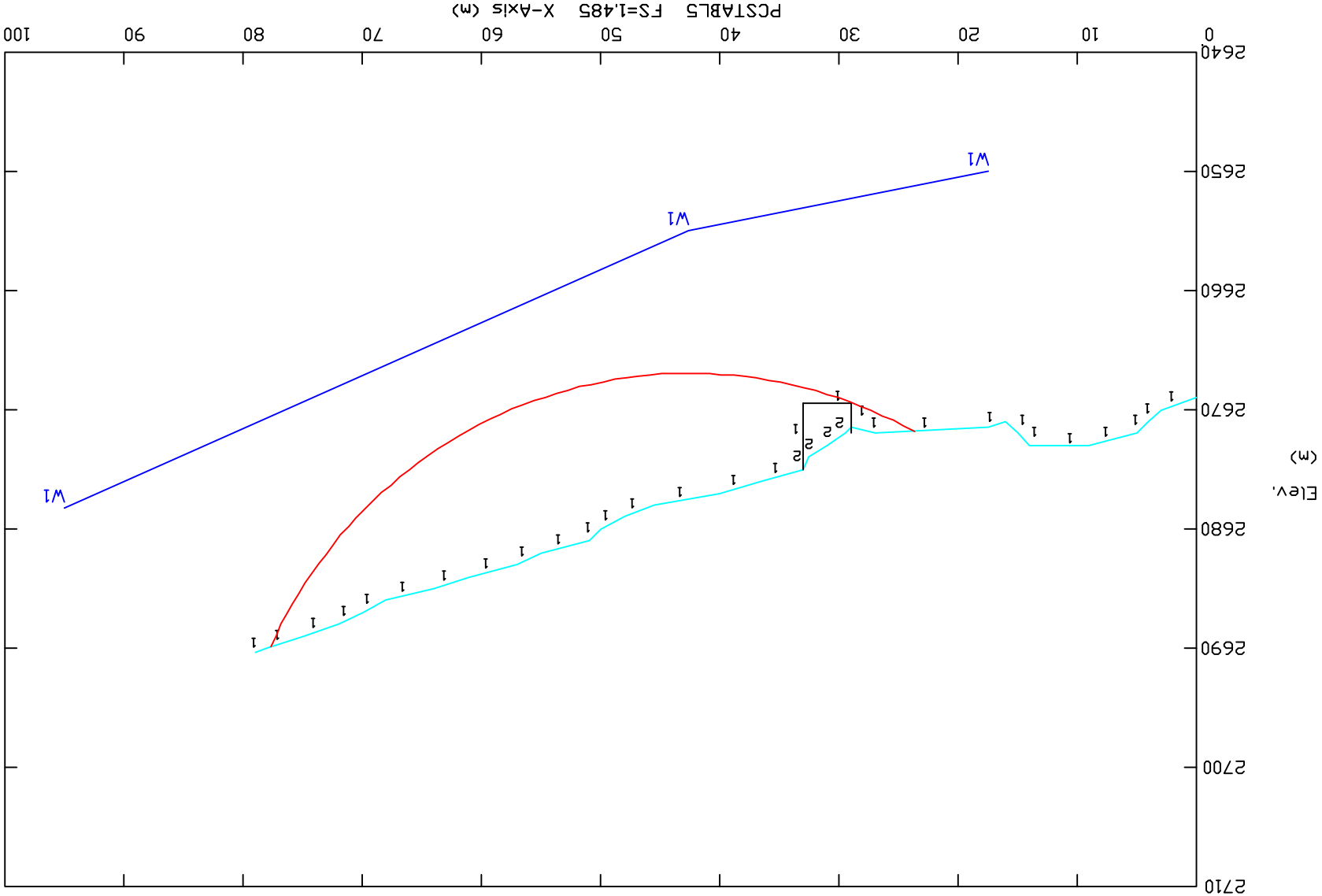
SECCION 6 - EL PARAISO SUPERFICIE CRITICA LARGA  
 Surface #1-PAR6CRLA.OUT, C:PAR6CRLA\PLT 08-25-04 11:05am



Soil Type	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion (KPa)	Friction Intercept (deg)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
3 ARCILLA	21	21	16	24	0	0	0	W1
2 MURD	18	18	10	38	0	0	0	W1
1 QC	18	18	20	16	0	0	0	W1



SECCION 7 - EL PARAISO SUPERFICIE CRITICA LARGA  
 Surface #1-PAR7CRLA.OUT, C:PAR7CRLA.PLT 08-25-04 11:04am



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**PLANOS**





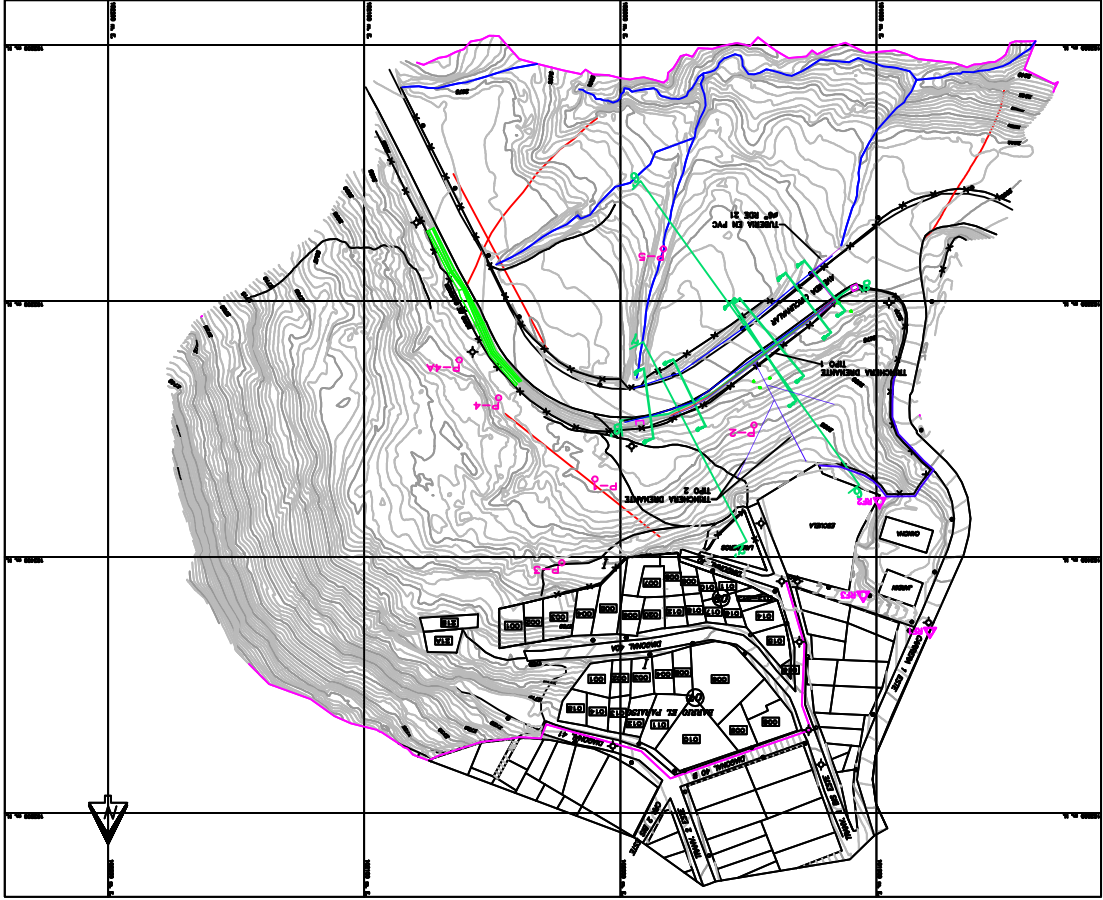
ALCALDIA MAYOR DE SANTIAGO DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA EN EL BARRIO EL PARAISO REALIZADO POR CIVILES, EN DICIEMBRE DE 2003  
ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCTORES CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR  
INTERVENTORIA: FOPAE

ESCALA 1 : 100  
ESCALA GRÁFICA EN METROS

LEVANTÓ: CARLOS HERNANDO MORENO  
DIBUJO: JOSE TORRES  
REVISÓ: CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA  
FECHA: AGOSTO DE 2004  
APROBÓ: ORLANDO HOYOS - DPAE  
VO B. INTERVENTORIA

PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMEDIANTE POR REMOCIÓN EN MASA  
CONTIENE: PUNTO No.3 BARRIO EL PARAISO, LOCALIDAD DE CHAPINERO PLANTA Y SECCIONES  
ARCHIVO: Anexo C - Plano El Paraiso.dwg  
PLANO No. 1



CUADRO DE COORDENADAS

CANAL	NORTE	ESTE	ELEVACION
0250	10384.348	10172.018	2838.488
RF1	10348.894	10179.088	2882.220
RF2	10344.885	101805.128	2887.884
RF3	103378.338	101888.718	2887.221

CONVENCIONES GENERALES

- CLIMA DE MUEL.
- SEÑERO
- LOTE
- CANAL
- DRENAL
- CRIMBA DEL DESLIZAMIENTO
- POZO ALICANTILLADO
- CIENCA
- POSTE ALAMBADO
- POSTE TELEFONO
- POSTE ENERGI
- AREA DE ESTUDIO
- PUNTO TOPOGRAFICO

CONVENCIONES TEMÁTICAS

- TUBERIA EN PVC 40" NOE 21
- TRINCHERA DEBANTE TPO 1
- TRINCHERA DEBANTE TPO 2
- PROYECTOS REALIZADOS EN EL
- LINDO EN GANONES A RECONSTRUIR
- ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCION
- EN MASA EN EL BARRIO EL PARAISO

NOTA:  
ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL INFORME DE DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTANEAMENTE CON LOS DEMAS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO

<b>FUENTE:</b>	CONSORCIO CONSTRUCTORES CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR
<b>INTERVENTORIA:</b>	FOPAE

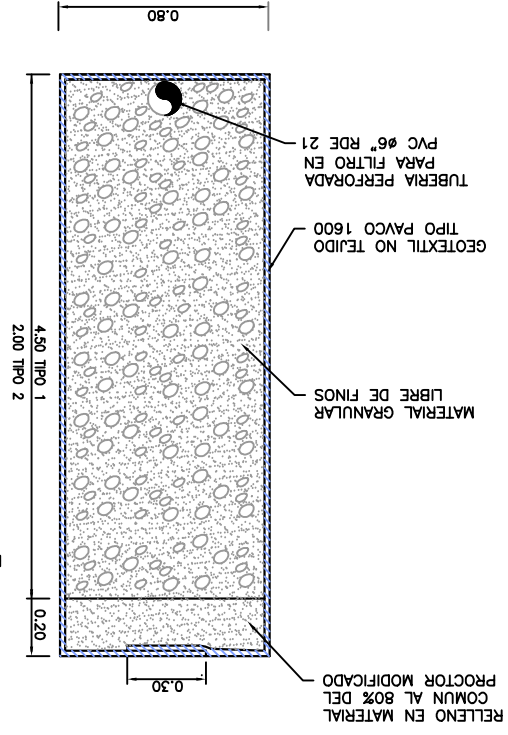
**ESCALA 1 : 20**  


<b>LEVANTÓ:</b>	CARLOS HERNANDO MORENO
<b>DIBUJÓ:</b>	JOSÉ TORRES
<b>REVISÓ:</b>	CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DE 2004
<b>APROBÓ:</b>	ORLANDO HOYOS – DPAE
<b>VO B. INTERVENTORIA</b>	

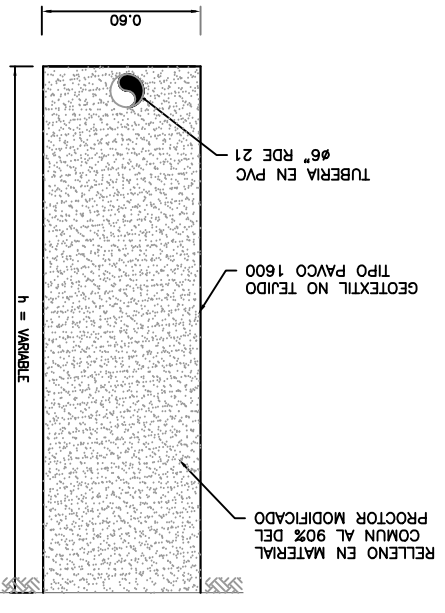
<b>PROYECTO:</b>	CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA
<b>CONTIENE:</b>	PUNTO No.3 BARRIO EL PARAISO, LOCALIDAD DE CHAPINERO DETALLES
<b>ARCHIVO:</b>	Anexo C – Plano El Paraiso.dwg PLANO No. 3

**NOTAS:**  
 1. EN EL CRUCE LA VIA, LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO SE DEBERA DEJAR COMO LA MINIMO EN LAS MISMAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRE AL INICIO DE LA OBRA.  
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS, EXCEPTO SE INDIQUE OTRA UNIDAD.  
 3. ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL INFORME DE DISEÑO, POR LO CUAL DEBEN CONSULTARSE SIMULTANEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO

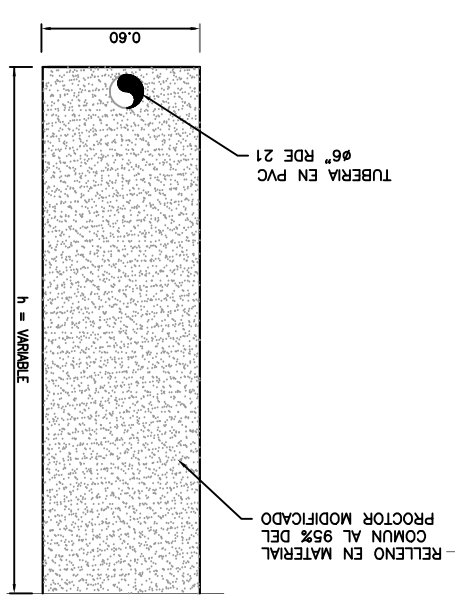
**DETALLE No. 1**  
**TRINCHERA DRENANTE TIPO 1**  
**TRINCHERA DRENANTE TIPO 2**  
 ESCALA 1:20



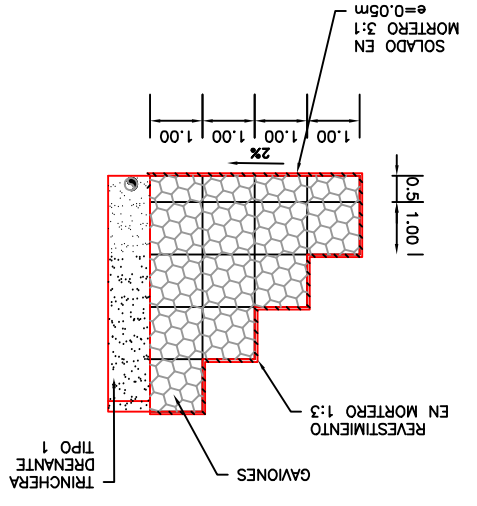
**DETALLE No. 2**  
**TUBERIA DE CONDUCCION EN TERRENO NATURAL**  
 ESCALA 1:20  
 (VER NOTA 1)



**DETALLE No. 3**  
**TUBERIA DE CONDUCCION EN VIA**  
 ESCALA 1:20  
 (VER NOTA 1)



**DETALLE No. 4**  
**MURO DE GAYONES**  
 ESCALA 1:100





ALCALDIA MAYOR DE SANTIPE DE BOGOTÁ D.C.  
GOBIERNO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DE RIESGO POR  
REALIZADO POR CIVILES, EN DICIEMBRE DE 2003  
ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCORES  
CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA  
DIRECTOR

INTERVENCIÓN:  
FOPAE

ESCALA 1 : 50  
ESCALA GRÁFICA EN METROS  
0 10 20 30 m.

LEVANTÓ: CARLOS HERNANDO MORENO  
DIBUJÓ: JOSÉ TORRES  
REVISÓ: CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA  
FECHA: AGOSTO DE 2004

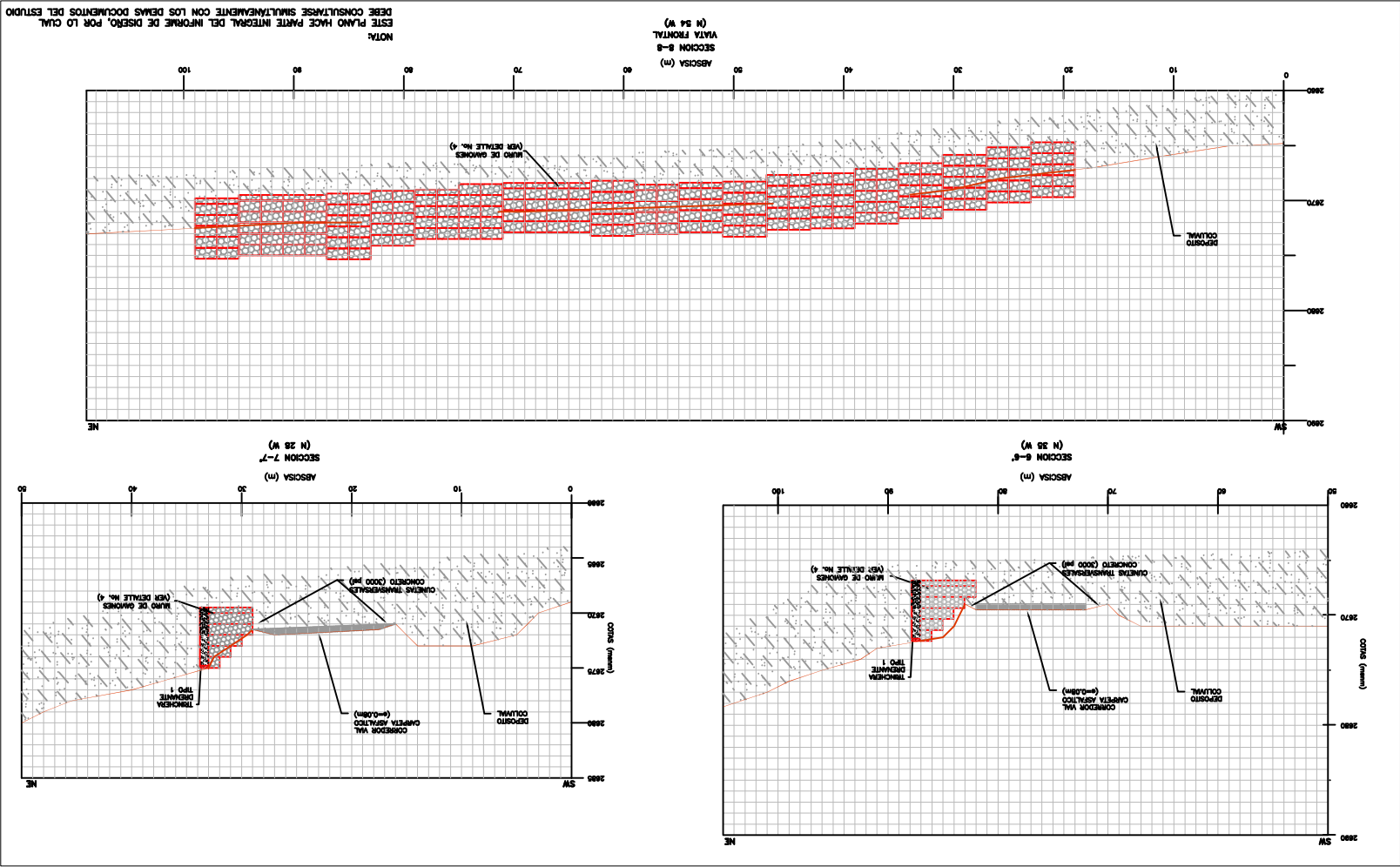
V.O. INTERVENCIÓN

ORLANDO HOYOS - DPAAE

PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004  
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE  
POR REMOCIÓN EN MASA

CONTIENE: PUNTO No.3  
BARRIO EL PARAISO, LOCALIDAD DE USME  
SECCIONES

ARCHIVO: Anexo C - Plano El Paraiso.dwg  
PLANO No. 2



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## **ANEXO D**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 3 - EL PARAÍSO, CHAPINERO**

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Fondo de Desarrollo Local de Chapinero designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO D PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	AGOSTO/04
ELABORÓ:	CC	REVISÓ:	JL	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Fondo de Desarrollo Local las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de Proctor modificado, granulometría y límites de Atterbergh (éstos últimos para el material que pase el tamiz # 200) para el material seleccionado de los rellenos (Recebo tipo B-200).
- Ensayos de densidad de campo, granulometría y límites de Atterbergh para el control de la compactación de rellenos.

- Peso unitario para el relleno de gaviones
- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados (malla, varillas).

## **2.9 PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO**

Cuando se ejecutan obras de construcción en las vías, actividades relacionadas con servicios públicos u obras de este tipo que pueden afectar una vía o a una zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

Dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

Con el fin de reducir la posibilidad de accidentes y aminorar el impacto de la obra sobre los usuarios de las vías adyacentes, y considerando que la Avenida Circunvalar es una de las más importantes de la ciudad, de más alto tráfico y de alta velocidad, es necesario adelantar un plan de manejo de tránsito, que el Constructor debe presentar para revisión y aprobación de la Interventoría y las autoridades respectivas en forma previa a la iniciación de las obras.

Dicho plan de manejo de tráfico debe ceñirse a las especificaciones de la Secretaría de Tránsito de Bogotá, y a continuación se presentan los lineamientos generales que se deben seguir, así como el mínimo de aspectos y requerimientos a tener en cuenta para esta obra específica, reiterando que el plan de manejo de tránsito deberá ser elaborado por el Constructor, de acuerdo con su plan de trabajo y adecuado a cada una de las etapas de obra, y sometido a la aprobación de la Interventoría y las autoridades respectivas.

### **2.9.1 Objetivo general**

El objetivo general del plan de manejo de tránsito es mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan en las vías públicas o en las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, limpio, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, bajo el cumplimiento de las normas establecidas para la regulación del tránsito.

### **2.9.2 Objetivos específicos**

Específicamente el plan persigue:

- Procurar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores.



- Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales.
- Ofrecer a los usuarios una señalización clara y de fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.
- Implementar rutas alternativas con elementos de control y operación del tránsito, para permitir al transporte público y particular la optimización de distancias y tiempos de recorrido de acuerdo con los desvíos requeridos para la ejecución de las obras.
- Prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia de la obra en ejecución.

### **2.9.3 Principios fundamentales**

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito por obras civiles deben apoyarse en los siguientes principios fundamentales:

- La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito, debe ser un elemento integral y de alta prioridad de todo proyecto.
- La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.
- Los conductores y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos, mientras se aproximan y atraviesan la zona de las obras.
- Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
- Debido al incremento potencial de riesgos, durante la regulación temporal del tránsito, la seguridad en la zona debe tener constante atención.
- Para la toma de decisiones de trabajo, cada persona, cuyas acciones afectan el control temporal del tránsito, debe recibir entrenamiento adecuado, desde el nivel superior del personal administrativo hasta el personal de campo.
- La regulación del tránsito a través de las áreas de trabajo, es una parte esencial en la ejecución de obras.

Es importante considerar la divulgación de los trabajos a adelantar, con el propósito de que se tenga un conocimiento por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

### **2.9.4 Metodología**

El desarrollo del plan de manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras comprende las etapas siguientes:

1. Conocimiento de las características de las obras.
2. Identificación de las características generales de la zona de influencia de la obra.
3. Toma de información básica requerida para elaborar el plan de manejo del tránsito.
4. Diseño del plan de manejo del tránsito.
5. Puesta en marcha del plan de manejo del tránsito.
6. Supervisión del plan de manejo del tránsito

## **2.9.5 Señalización mínima a considerar**

### **2.9.5.1 Señales verticales**

#### **- Preventivas**

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial o total de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. En esta obra tendrán como mínimo un tamaño de 120 por 120 cm y se colocarán a ambos lados de la vía que se afecte por la obra.

Como mínimo se deben emplear señales SPO-01 y SPO-03.

#### **- Reglamentarias**

Los trabajos en las vías públicas o en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las usadas normalmente, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito.

Las señales reglamentarias tienen forma circular; su tamaño mínimo será un círculo de diámetro de 120 cm. Se colocarán a ambos lados de la vía. Como mínimo se emplearán señales tipo SRO-02 y SRO-03.

#### **- Informativas**

Se utilizarán señales informativas en la ejecución de obras, para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resulte importante destacar. Como mínimo se deben emplear señales SIO-01, SIO-02, SIO-03, SIO-04 y SIO-05.

### **2.9.5.2 Dispositivos para la canalización del tránsito**

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcar las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberán poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Será necesario que se contemplen medidas especiales que garanticen el paso de los vehículos en forma gradual y segura a través del área de trabajo, considerando la seguridad de los peatones, los trabajadores y los equipos de la obra. Estos

elementos deberán estar precedidos por señales preventivas e informativas y en las horas de oscuridad serán complementados con dispositivos luminosos.

Una disminución inadecuada de los carriles de circulación producirá operaciones de tránsito ajenas a la voluntad de los usuarios, que generan congestión y probabilidad de accidentes en el área. Se recomienda adoptar una distancia mínima de transición de 200 m.

Para esta obra en particular se deben considerar como mínimo barricadas, conos (de 0,70 m de altura), delineadores tubulares, tabiques y cintas.

### **2.9.5.3 Dispositivos luminosos**

El desarrollo de obras genera con frecuencia condiciones peligrosas en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas, por lo tanto es necesario complementar las señales verticales y los elementos de canalización con dispositivos luminosos, tales como reflectores, luces permanentes y luces intermitentes o de destello. Para esta obra se recomienda el empleo de luces de identificación de peligro, luces de advertencia en barricadas, lámparas de encendido eléctrico continuo y reflectores.

### **2.9.5.4 Dispositivos manuales**

Cuando las circunstancias en una obra generan que se habilite un solo carril para el tránsito en dos sentidos, a través de una distancia limitada, se tomarán las precauciones necesarias para que el paso de los vehículos sea alternado. Dicha situación puede presentarse en un tramo corto, de bajo volumen de vehículos y de buena visibilidad, que permita que la circulación se pueda autorregular. Sin embargo, en tramos de cierta longitud, deberá regularse la circulación con una coordinación correcta para evitar que se produzcan accidentes y excesivos retrasos, por medio de dispositivos manuales. Considerando el tráfico de esta vía se considera necesario emplear dispositivos como semáforos, banderas, paletas y linternas, para ser usadas por bandereros.

### **2.9.6 Ubicación de la señalización**

El Constructor, de acuerdo con los manuales de la Secretaría de Tránsito de Bogotá, deberá ubicar sobre un plano la señalización contemplada, que hará parte integral del plan de manejo de tránsito, y que deberá constatar en campo. Un ejemplo de esta ubicación se presenta en la página siguiente.

### **2.9.7 Personal del plan de manejo de tránsito**

Cuando el sector con un solo carril en uso, es inferior a 150 m y permite buena visibilidad entre los extremos de circulación, podrá ser controlada por medio de bandereros situados en los extremos de cada tramo.

**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.**

---

Uno de los dos debe ser designado como banderero principal, con la misión de coordinar los movimientos y será responsable de la operación general. Deben comunicarse entre ellos, tanto de día como de noche, usando elementos de radio comunicación o telefonía que aseguren una suficiente operación y eviten las interferencias.

Cuando no hay visibilidad entre los extremos opuestos o la distancia supera los 150 m, se usarán semáforos y bandereros. Estos últimos con la función de regular el tránsito vehicular en la zona de trabajos.

Con el fin de que el banderero conozca cuándo permitir el tránsito por el acceso que controla, empleará algunos de los siguientes sistemas:

- Identificar por medio de la placa de la matrícula o describir el último vehículo, al banderero del otro extremo.
- Entregar al conductor del último vehículo que entra al tramo una bandera roja u otro dispositivo, con la instrucción de hacer entrega al banderero ubicado en el otro extremo.
- Vehículo piloto (carro guía). Es particularmente efectivo cuando la vía es peligrosa o tiene condiciones que impiden colocar o mantener la señalización adecuada. Se usa para guiar el paso de una fila de vehículos a través de la zona de trabajo o por su alrededor. Su operación deberá ser coordinada por un banderero. El vehículo que se emplee como piloto debe ser liviano, fácil de manejar y estar identificado como "vehículo guía o vehículo piloto".

Es necesario escoger personal capacitado para las funciones de banderero, ya que son los responsables de la seguridad de conductores y empleados y tienen el mayor contacto con el público. Por tales razones un banderero deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Buenas condiciones físicas, incluidas visión, audición y estatura.
- Tener buenos modales
- Buena presentación personal
- Sentido de responsabilidad, particularmente para la prevención de riesgos de accidentes al público y trabajadores.
- Conocer las normas básicas de tránsito.

La indumentaria del banderero constará de:

- Un casco de color naranja con franjas horizontales de 10 cm de largo por 5 cm de ancho, fabricadas en lámina reflectiva Tipo III, de color blanco en el frente y rojo en la parte posterior.
- Chaleco color naranja con un mínimo de dos franjas (horizontales, verticales u oblicuas), de 5 cm cada una, en cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retroreflección especificados en la norma técnica colombiana NTC - 4739, para la lámina reflectiva Tipo I. Las franjas serán en color blanco, rojo o amarillo.

Cuando las condiciones climáticas lo requieran, el banderero usará un impermeable de color amarillo, con una franja blanca en cinta reflectiva de 15 cm de ancho, colocada horizontalmente en el tercio superior, a la altura del tórax.

El banderero deberá estar visible para los conductores que se acercan, desde una distancia suficiente que permita una respuesta oportuna en el cumplimiento de las instrucciones que se impartan. Esta distancia está relacionada con las velocidades de aproximación.

Siempre que sea posible, el banderero le indicará a los conductores la razón de la demora y el período aproximado de tiempo de detención del tránsito. Es necesario hacer entender a los bandereros y operadores de equipo que debe concederse el derecho de paso al público y evitar demoras excesivas.

### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 TRINCHERA DRENANTE TIPO 1 (ÍTEM 1.2)**

##### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de trincheras para subdrenaje, con geotextil, tubería y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

##### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, la excavación, el suministro de insumos y la construcción de la trinchera, con el relleno respectivo.

##### **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción de la trinchera.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del filtro inferior sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, según el detalle de la trinchera, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslapeo mínimo de treinta centímetros (0,30 m). Las franjas sucesivas de geotextil

se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. Antes de colocar el material filtrante debe instalarse en el fondo de la zanja el tubo perforado de PVC para uso hidráulico tipo filtro. De igual forma se conectará al filtro la tubería cerrada de PVC para su desagüe respectivo.

Después de instalado el filtro inferior se efectuará el relleno en material común (recebo común). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación.

La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 80% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

### **Materiales**

**Geotextil:** Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

**Material filtrante:** Debe ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes, de tamaño menor a 3". El material filtrante deberá estar constituido por gravas. No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

**Tubo de PVC:** Como conducto de fondo se utilizará un tubo perforado de PVC de 6" RDE 21.

**Recebo:** Recebo común

### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

### **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de la trinchera drenante que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

### **3.2 TRINCHERA DRENANTE TIPO 2 (ÍTEM 1.3)**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de trincheras para subdrenaje, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, la excavación, el suministro de insumos y la construcción de la trinchera, con el relleno respectivo.

#### **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción de la trinchera.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del relleno sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor, y a su vez éste apruebe el material a emplear con base en inspecciones visuales y pruebas de laboratorio, en el tramo respectivo.

La tubería se instalará en la zanja antes de instalar el relleno. El relleno se efectuará empleando material seleccionado (Recebo B 200). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación. El aumento en el porcentaje de finos (Pasa Tamiz 200) no puede ser superior al 5% en granulometrías tomadas antes y después de la compactación.

La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 90% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

Si se requiere cambio de materiales el Constructor lo solicitará al Interventor y deberá realizar nuevamente los ensayos de laboratorio respectivos.

#### **Materiales**

Recebo: Recebo tipo B 200

Tubo de PVC: Como conducto de fondo se utilizará un tubo perforado de PVC de 6" RDE 21.



### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

### **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de la trinchera drenante que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

## **3.3 DEMOLICIÓN MURO DE GAVIONES EXISTENTE (ÍTEM 2.1)**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en el desmonte y retiro de todos los materiales que constituyen el muro en gaviones existente.

### **Alcance**

Incluye el desmonte y retiro de todos los materiales que constituyen el muro en gaviones existente.

### **Método y procedimientos de construcción**

Para acometer estos trabajos se debe identificar la secuencia del desmonte; el muro debe demolerse por tramos alternados, un tramo a la vez y de acuerdo con el avance de la construcción del muro nuevo (Ver numeral 3.4); cada tramo está constituido por el equivalente a una canasta en el sentido longitudinal.

Cuando el Interventor apruebe el plan de trabajo del desmonte, se podrán iniciar los trabajos. Debe tenerse especial cuidado al soltar las canastas tomando las precauciones necesarias para evitar que se derrumbe el material contenido en ellas y pueda afectar a los trabajadores, peatones o vehículos. Las canastas se deben desmontar iniciando por la tapa superior, siempre en sentido de arriba hacia abajo, y luego retirando el material de relleno en forma manual; cuando éste se haya retirado en su totalidad se terminará de desarmar dicha canasta.

El material de relleno NO puede usarse para el llenado de las nuevas canastas, y se debe disponer de acuerdo con la reglamentación distrital para tales efectos.

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

Se medirán sobre planos, en la cantidad que sea aceptada por la Interventoría.

### **3.4 MURO EN GAVIONES, INCLUYE GEOTEXTIL (ÍTEM 2.2)**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, lo mismo que el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos del proyecto.

#### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de insumos, la colocación y llenado de los gaviones y el amarre individual de cada cajón y de éste con los adyacentes. En todos los casos incluye el suministro e instalación del geotextil de la espalda del muro y el solado en mortero para la base.

#### **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización y replanteo y demolición del muro existente; las obras del nuevo muro también se deben acometer por tramos alternados, de a un tramo a la vez, según el avance de demolición del muro existente; en cada tramo desmontado se debe construir el respectivo segmento de muro nuevo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar el tramo de muro respectivo (Ver ítem demolición de muro existente).

Se procederá a efectuar una limpieza y acondicionamiento del terreno. La superficie de apoyo se conformará adecuando el terreno mediante eliminación de protuberancias y compactación con pisón. A continuación se colocará el solado en mortero en proporción cemento - arena de 1:3, en una capa de 5 cm. A medida que se construye el muro debe avanzarse en la colocación de geotextil y trinchera (ver ítem respectivo).

Cada canasta deberá ser armada en el sitio de la obra, de acuerdo con el detalle de los planos del proyecto. Su forma prismática se establecerá con ayuda de formaleas u otro medio aceptado por el Interventor.

Se hará el montaje de las canastas así: Se despliegan y abren. Se ligan las aristas. Después se unen más gaviones vacíos entre sí y sucesivamente se colocan cosiéndolos sólidamente a los adyacentes en todas las aristas hasta formar la primera fila.

Posteriormente se realiza el llenado usando piedras provenientes de areniscas duras, que tengan dimensiones ligeramente superiores a las aberturas de la malla, de forma que quede el menor porcentaje de vacíos. Paralelamente se colocan los tirantes.

El material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla. Se procurará durante la colocación, que el material quede con la menor cantidad posible de vacíos. Si durante el llenado las canastas pierden su forma, se deberá retirar el material colocado, reparar y reforzar las canastas y volver a colocar el relleno. Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas.

Finalmente se cierran las canastas, bajando la tapa superior y amarrando a lo largo de todos los bordes perimetrales con alambre. Luego se reinicia el ciclo con la segunda fila y así sucesivamente hasta conformar el muro.

### **Equipo**

Se requieren, principalmente, equipos para el transporte del material de relleno, el transporte de las canastas de alambre y la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales.

### **Materiales**

**Canastas Metálicas:** Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm). El alambre deberá ajustarse a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856.

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a 2,7 mm, excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

La forma y dimensiones de las canastas serán las señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor.

**Geotextil:** Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

**Material de Relleno:** Podrá consistir de canto rodado o material de cantera adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

Peso unitario: Mínimo  $2,2 \text{ gr/cm}^3$

**Granulometría:** El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta.

**Resistencia a la abrasión:** El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la Máquina de Los Angeles, según la norma INV E-219, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).

**Absorción:** Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

El trabajo se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

Los muros se medirán sobre planos, en la cantidad que sea aceptada por la Interventoría.

## **3.5 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 1.1, 1.4, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4)**

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

### **3.5.1 Tubería PVC de 6”**

Tubería para la conducción del drenaje hasta el sistema de alcantarillado de aguas lluvias de la parte inferior; incluye las excavaciones y, en el cruce de la Avenida Circunvalar, la demolición de la carpeta asfáltica; el Constructor debe gestionar todos los permisos y autorizaciones pertinentes, así como seguir las especificaciones IDU para este tipo de trabajos con el fin de reducir a un mínimo el impacto sobre la operación y el tiempo de cierre de la vía, lo cual se debe hacer por tramos o según plan de trabajo previamente aprobado por el Interventor. La tubería debe ser tipo PAVCO o similar, RDE 21, que cumpla con las normas ICONTEC. El pago se hará según los metros lineales medidos sobre planos en planta.

### **3.5.2 Limpieza de alcantarillas**

Consiste en la limpieza de las dos alcantarillas que se encuentran en los extremos del muro en gaviones, trabajo que se debe realizar al finalizar la obra. Incluye el retiro de escombros, sobrantes y su adecuada disposición según la normatividad.

### **3.5.3 Revestimiento en mortero**

Corresponde a la protección externa de los gaviones por medio de un mortero 1:3, como se indica en los planos. Su medida se hará por m<sup>2</sup> colocado y aceptado por la Interventoría.

### **3.5.4 Reconstrucción cuneta**

Consiste en la reposición de la cuneta existente, que ha sido dañada en algunos tramos por el derrumbe del muro en gaviones actual. Su diseño debe ser igual al existente, y se debe mantener su geometría. Se empleará concreto de f'c a los 28 días de 3000 psi, aplicando Sikadur 32 Primer N de Sika o similar en la zona de contacto de los concretos antiguo y nuevo.

### **3.5.5 Retiro y reinstalación cerca de alambre de púas**

Corresponde al retiro provisional y reinstalación de la cerca en alambre de púas que se encuentra localizada en la parte superior del muro de gaviones actual. El Constructor deberá tomar todas las medidas necesarias para no dañar los elementos que la componen durante el desmonte y almacenamiento, de manera que la cerca, una vez reinstalada tenga las mismas o mejores condiciones que antes de iniciar los trabajos.

### **3.5.6 Poda de árboles**

Consiste en la poda de árboles, localizados en planos, cuyo peso está contribuyendo a inestabilizar el terreno.

### **3.5.7 Reparcheo vía**

Corresponde a un parcheo con mezcla densa caliente tipo MDC-2, para lo cual se deben seguir las especificaciones IDU para este tipo de trabajos.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**ANEXO E**

**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE  
PRECIOS UNITARIOS**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO F**  
**CRONOGRAMA**



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 4 - ROSALES 1, CHAPINERO**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, AGOSTO DE 2004**



## DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

### CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

#### PUNTO No. 4 – ROSALES 1, CHAPINERO

#### **1 LOCALIZACIÓN**

Localidad: Chapinero  
Barrio: Los Rosales.  
Dirección: Calle 78 con Carrera 1 Este  
Tipo de Riesgo: Desprendimiento y caída de bloques en el talud.  
Fecha: 25 de agosto de 2004.

#### **2 DIAGNÓSTICO**

El desarrollo urbanístico de la ciudad ha tenido como característica dominante en las últimas décadas la ocupación de sus cinturones montañosos; el cinturón nororiental embebe modelos planificados y ordenados con macizos rocosos. Los Rosales en la calle 78 con Carrera 1 Este, es un buen ejemplo de tal conjugación. Allí, edificios de diferentes niveles (de tres a siete con sótanos) están cimentados en potentes secuencias rocosas de intercalaciones de areniscas y arcillolitas; las primeras en bancos hasta de 5m (a 10 m) cubren la base y el tope de la secuencia estratigráfica y de las laderas; y los segundos en niveles hasta de 3 m entallan la franja media de la cara expuesta.

Pero este panorama carecería de importancia, si el modelo urbanístico, entendido en sus vías y manzanas, no hubiere obligado a esculpir taludes cuasiverticales (de 65° a 80° de inclinación y hasta de 20 m de altura), y los planos de discontinuidad no favorecieran la gestación de procesos de inestabilidad. De esta manera en la Calle 78 con Carrera 1 Este, tienen lugar en una contrapendiente estructural, deslizamientos planares en bloque, gracias a la concordancia geométrica - paralelismo- entre el azimut de buzamiento de las superficies libres, con dominio [N10E/65NW – N25E/80NW] y las discontinuidades, bien a lo largo de la familia de diaclasas orientada: [250/77 – 298/65] o bien por la cuña formada por los planos D1:35/82 y D2: 265/82 o D1: 312/83 y D2: 237/80, y caída de fragmentos de roca, con influencia del sistema radicular de los árboles presentes hacia la corona del talud.

Los procesos de remoción aunque acaecen indistintamente en las areniscas y arcillolitas, recaen principalmente en las primeras. Son activos-estabilizados, al norte, y potenciales-avanzados al sur. Los bloques, de diferentes tamaños poseen como dimensiones máximas 2 m x 2 m x 1 m. Su movilización es favorecida por la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	AGOSTO/04
ELABORÓ:	JL/NB/GIA C.	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS

erosión diferencial a las arcillolitas, que eliminan el soporte de las unidades rígidas (arenisca) y la presión de poros entre las diaclasas.

Aunque la distancia de viaje de los bloques móviles, y por ende la zona de exposición, apenas se extiende a 7 m, sus repercusiones son muy notables pues tal dimensión involucra la Carrera 1 Este y a todos los elementos móviles (personas, vehículos, etc.) que por ella transitan. Su influencia sobre las edificaciones, en especial las cimentadas en la corona del talud, parece poco relevante, empero la protección de la ladera debe proseguir, a fe de que esta apreciación continúe teniendo validez, labor hoy día efectuada por una cubierta en piedra pegada en los primeros metros del corte.

### 3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - ANÁLISIS CINEMÁTICO

El análisis de estabilidad se enfocó al estudio direccional de los modos y posibilidades de deslizamiento a lo largo de los planos de debilidad estructural, a partir de las propuestas de Goodman (1980) y Hoek y Bray (1978), y a la detección del modo probable de movilización acorde con el tipo de material y la disposición estratigráfica: Fallas planares y en cuña para los medios rocosos de areniscas y arcillolita.

Así entonces, se evalúan para las exposiciones del macizo rocoso, estados de falla planar, por volteo y en cuña para las configuraciones geometrías de los taludes mediante su contrastación con el patrón estructural detectado en el levantamiento estructural (véase [Anexo B](#)). La **Tabla 1** lista las geometrías estudiadas para las laderas, caracterizadas por su rumbo, pendiente y altura.

**Tabla 1 Características estudiadas de los taludes**

TALUD	RUMBO	INCLINACION	ALTURA (m)
T1	N10E – N25E	55° - 80°	13 –15

Las memorias del análisis cinemático para los tres modos de falla aparecen en el [Anexo C](#) “Análisis de estabilidad”, en las Tablas C.1 a C.9; éstas se sintetizan gráficamente en las Figuras C.1 a C.3 del mismo anexo, respectivamente. En ellas se evidencia que para las litologías y los taludes estudiados -que representan las superficies libres de movilización-, las secciones 1-1' y 2-2' exhiben configuración de falla en cuña por la intersección D1D2 (318/70) y D2D3 (281/72) y planar por las familias D1 (281/78) y D3 (315/75). Los mecanismos posibles tienen explicación por tres fundamentos básicos, así:

- Las laderas se encuentran preferencialmente paralelas a las familias promedio de discontinuidad.
- Los buzamientos, de los planos estructurales desfavorablemente orientados, son inferiores a las inclinaciones de los taludes.

- El ángulo de fricción básico de los planos estructurales es inferior al buzamiento de la intersección.

Toda vez que el buzamiento de la superficie libre disminuye hasta el gradiente mínimo del corte ( $55^\circ$ ), especialmente en el paquete de areniscas, la posibilidad cinemática se restringe exclusivamente a la cuña D2D3 (303/68). Ésta conclusión supondría lógico el empleo del perfilado como el planteamiento técnico más viable, empero es inoperante gracias a las construcciones cimentadas en la cabeza de los cortes, y al relevante papel de la erosión diferencial (en la arcillolita) como agente contribuyente y detonante de los procesos de inestabilidad. Por lo tanto, es necesario recurrir a medios de estabilización mecánica como el pernado o el concreto lanzado.

#### 4 CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis cinemáticos realizados se establece que el efecto de la erosión diferencial aunado con la pendiente del talud están generando los procesos inestables. Sin embargo, aunque de ello se infiere que la reducción de la pendiente del talud es parte de la solución, ello no es operativamente viable, debido a la existencia de construcciones contiguas al borde del corte en el tope. De ello surge la necesidad de concentrar los esfuerzos en la protección del talud contra la erosión diferencial.

#### 5 MEDIDAS RECOMENDADAS

Dado que no se puede reducir la pendiente del talud, se propone pernar los bloques de arenisca potencialmente inestables, por medio de una varilla roscada de  $5/8''$  A60 de cuatro metros de longitud embebida en un mortero fluido de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con sistema de platina de  $4'' \times 4'' \times 1/2''$  y tuerca de  $5/8''$  para adosarla al bloque en cuestión. En cuanto a la erosión diferencial, se plantea realizar la cubierta del talud con concreto lanzado, de un espesor de 0,05 m aproximadamente, con pases para evacuación de agua, los que se dispondrán en sistema tresbolillos separados un metro. Las secciones de diseño y los detalles se presentan en los Planos del [Anexo D](#).

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica ([Anexo A](#)), investigación del subsuelo ([Anexo B](#)), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo ([Anexo C](#)), los planos ([Anexo D](#)), las especificaciones técnicas ([Anexo E](#)), cantidades de obra, presupuesto y [análisis unitarios](#) ([Anexo F](#)), el cronograma aproximado de obra ([Anexo G](#)) y las fichas técnicas para retiro de árboles ([Anexo H](#)). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de [fotografías](#) tomadas en el sitio de los trabajos.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**CARLOS H. CANTILLO R.**  
Director de Consultoría

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO**

**CALCULO DETALLES ROSALES - DIAGONAL 1 Este con CALLE 78**

21 de agosto de 2004.

Est	Punto	Dist.		Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
		Inclinada	H	g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
R-1	N																
	1	42,53	41,144	75	20	0	1,44	1,39	161	40	30	206	0	0	1006757,088	1003309,257	100,000
	2	42,31	41,274	77	17	36	1,44		163	46	42	187	40	30	1006716,312	1003303,762	110,368
	3	39,43	39,159	83	16	24	0		165	18	54	189	46	42	1006716,414	1003302,247	109,029
	4	40,25	40,116	85	18	54	0		165	23	12	191	18	54	1006718,691	1003301,574	105,977
	6	40,21	40,126	86	18	0	2,58		165	23	12	191	23	12	1006717,762	1003301,337	104,667
	7	39,1	39,075	87	57	30	2,58		166	23	54	192	23	54	1006717,898	1003300,642	101,399
	8	38,18	38,178	90	32	0	2,58		168	30	0	194	30	0	1006719,257	1003299,473	100,202
	9	37,4	37,286	94	28	48	0,1		171	58	0	197	58	0	1006720,771	1003297,480	98,455
	10	41,3	39,181	71	33	54	1,44		182	20	18	208	20	18	1006724,271	1003291,558	98,378
	11	42,33	39,888	70	26	36	1,44		158	24	30	184	24	30	1006718,023	1003306,245	112,340
	12	38,69	35,754	67	32	12	1,44		155	59	0	181	58	60	1006717,224	1003307,877	113,302
	13	37,76	35,063	68	12	54	1,44		152	39	42	178	39	42	1006721,343	1003310,092	113,611
	14	36,96	34,461	68	48	30	1,44		153	51	54	179	51	54	1006722,025	1003309,340	112,963
	15	36,62	34,167	68	54	30	1,44		155	5	0	181	5	0	1006722,634	1003308,605	112,407
	16	36,07	33,830	69	42	0	1,44		155	35	30	181	35	30	1006722,935	1003308,308	112,245
	17	35,19	33,267	70	58	18	1,44		156	17	0	182	16	60	1006723,285	1003307,909	111,687
	18	34,72	33,165	72	47	18	1,44		156	27	48	182	27	48	1006723,852	1003307,827	110,796
	19	32,62	31,525	75	6	48	1,44		157	51	0	183	50	60	1006723,998	1003307,030	109,764
	20	31,77	31,173	78	52	18	2,59		157	25	24	183	25	24	1006725,619	1003307,375	108,049
	21	31,37	31,191	83	52	36	2,59		159	56	36	185	56	36	1006726,083	1003306,029	104,817
	22	30,6	30,599	89	39	30	2,59		161	59	12	187	59	12	1006726,200	1003304,923	102,127
	23	29,88	29,880	90	1	0	2,59		164	12	48	190	12	48	1006726,973	1003303,831	98,982
	24	28,65	28,560	94	32	42	0,2		168	27	30	194	27	30	1006728,154	1003301,797	98,791
	25	24,67	18,169	47	26	0	0,1		181	49	42	207	49	42	1006731,831	1003295,925	98,927
	26	19,76	16,391	56	2	48	0		106	53	12	132	53	12	1006744,723	1003322,570	113,581
	27	17,74	14,636	55	35	36	0		107	47	54	133	47	54	1006745,744	1003321,088	110,545
	28	15,46	13,712	62	29	30	0		107	56	24	133	56	24	1006746,932	1003319,796	109,660
	29	11,55	11,322	78	35	30	0		106	15	30	132	15	30	1006747,867	1003319,406	107,723
	30	10,5	10,499	89	7	30	0		105	37	0	131	37	0	1006749,569	1003317,721	103,629
	31	9,93	9,929	89	16	6	1,44		109	2	18	135	2	18	1006749,659	1003316,676	101,550
	32	7,59	7,590	90	9	42	1,44		111	43	36	137	43	36	1006749,741	1003315,936	100,077
	33	4,06	4,058	91	51	54	1,44		118	4	48	144	4	48	1006750,941	1003313,710	99,929
	34	25,96	19,277	47	57	0	1,44		183	30	42	209	30	42	1006753,557	1003307,258	99,818
	35	20,99	16,172	50	23	48	0,1		69	41	12	95	41	12	1006755,178	1003328,439	112,861
	36	17,05	15,284	63	41	30	0,3		69	12	6	95	12	6	1006755,622	1003325,363	111,599
	37	13	12,693	77	30	54	0		61	52	36	87	52	36	1006757,654	1003324,531	107,864
	38	11,41	11,398	87	21	18	1,44		53	49	49	79	49	49	1006759,329	1003321,750	104,134
	39	9,57	9,561	87	33	6	1,44		52	18	12	78	18	12	1006759,399	1003320,418	100,476
	40	7,21	7,203	87	33	24	1,44		43	7	18	69	7	18	1006760,495	1003318,190	100,358
	41	29,2	24,243	56	7	18	0,25		356	59	30	22	59	30	1006763,719	1003312,071	100,257
	42	27,2	23,241	58	42	0	0,3		44	5	54	70	5	54	1006765,340	1003332,052	114,654
	43	22,29	19,878	63	5	48	0,1		44	33	30	70	33	30	1006764,824	1003331,173	113,164
	44	21,1	19,678	68	50	54	0,1		42	40	36	68	40	36	1006764,316	1003327,774	110,284
	45	18,66	18,442	81	13	54	0,1		41	53	24	67	53	24	1006764,495	1003327,488	108,391
	46	17,34	17,321	87	20	18	1,44		33	29	12	59	29	12	1006766,452	1003325,145	104,101
	47	16,12	16,104	87	24	36	1,44		30	37	36	56	37	36	1006766,616	1003323,722	100,754
	48	15,11	15,097	87	35	48	1,44		23	33	6	49	33	6	1006767,535	1003321,512	100,678
	49	33,39	29,280	61	16	24	0,3		358	21	24	21	24	21	1006770,841	1003315,483	100,583
	50	30,94	28,092	65	13	30	0		34	37	24	60	37	24	1006771,451	1003334,772	115,163
	51	27,22	25,709	70	49	12	0,5		33	0	54	59	0	54	1006771,550	1003333,341	113,162
	52	25,6	25,401	82	50	48	0		28	57	54	54	57	54	1006771,847	1003330,308	109,336
	53	26,57	26,462	84	50	30	2,59		22	6	30	48	6	30	1006774,049	1003328,166	104,553
	54	26,31	26,183	84	22	42	2,59		18	44	42	44	44	42	1006775,883	1003327,885	101,179
	55	25,42	25,329	85	8	54	2,59		13	59	30	39	59	30	1006777,148	1003326,084	101,365
									358	41	30	24	41	30	1006780,101	1003319,838	100,942

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENO**  
**TOPOGRAFO**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

**LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS - LOCAL**

OBRA/DESARROLLO: Contrato de Consultoría No 203 de 2004

FECHA DE LEVANTAMIENTO: Agosto 21 de 2004

ESTACIÓN: E - 1 NOMBRE: Punto No. 4 - Rosales 1, Chapinero

LOCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

SUBCUENCA: \_\_\_\_\_

FORMACIÓN: Formación Plaeners (Ksgp)

A	ORIENTACIÓN		UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	OBSERVACIONES	B	C	D	E	F	G	H	I	
	TIPO	AZIMUT DE BUZAMIENTO												BUZAMIENTO
4	114	25	Ksgp	Arcillolita de color gris clara en láminas de 1mm a 1cm, seca, el grado de litificación es alto, con porcelanita y pelets, se identifican como minerales accesorios muscovita y óxidos de hierro y manganeso.										
4	115	26												
0	35	82												
0	250	77					2	3	3	1	2	2	1	
0	265	82					2	3	3	1	2	2	1	
0	315	65					1	3	1	0	2	3	1	
0	315	86					1	3	1	0	2	3	1	

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA:	N25E	55NW

FORMA DEL BLOQUE:
EXPLORACIÓN:
MUESTRAS NÚMERO:
LEVANTÓ: J.L.G.P

<b>A. TIPO</b>	<b>B. PERSISTENCIA</b>	<b>C. ESPACIAMIENTO</b>	<b>D. ABERTURA</b>	<b>E. RELLENO</b>
0 DIACLASA	1 DISCONTINUA (<2m)	1 MUY JUNTAS (<5 cm)	1 CERRADA	0 NO EXISTE
1 DIACLASA MAESTRA	2 POCO CONTINUA (2-5m)	2 PRÓXIMAS (5-30cm)	2 LIGERAMENTE ABIERTA (<0.5cm)	1 ARCILLA
2 ZONA CIZALLA	3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)	3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm-1m)	3 ABIERTA (0.5-20cm)	2 LIMO
3 FALLA	4 CONTINUA (>10m)	4 SEPARADAS (1-3m)	4 MUY ABIERTA (20-50cm)	3 ARENA
4 ESTRATIFICACIÓN		5 MUY SEPARADAS (>3m)	5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50cm)	4 ROCA TRITURADA
5 FOLIACIÓN				5 ÓXIDOS HIERRO
6 ESQUISTOSIDAD				6 CUARZO
				7 CALCITA
				8 OTROS
<b>F. RUGOSIDAD MICRO</b>	<b>G. RUGOSIDAD MACRO</b>	<b>H. AGUA</b>	<b>I. NÚMERO DE CECIL</b>	
ESCALONADA	1 ESCALONADA	1 SECA	1 ROCA MASIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS	
1 RUGOSA	2 ONDULADA	2 HÚMEDA	2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES	
2 SUAVE	3 PLANAR	3 FILTRACIÓN	3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS	
3 ESPEJO DE FALLA		4 FLUJO	4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES	
ONDULADA		5 OTROS FLUIDOS	5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS	
4 RUGOSA			6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES	
5 SUAVE			7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS	
6 ESPEJO DE FALLA			8 ROCA TRITURADA, MATERIAL PARECIDO AL SUELO	
PLANAR				
7 RUGOSA				
8 SUAVE				
9 ESPEJO DE FALLA				





**LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS - LOCAL**

OBRA/DESARROLLO: Contrato de Consultoría No 203 de 2004

FECHA DE LEVANTAMIENTO: Agosto 21 de 2004

ESTACIÓN: E - 3 NOMBRE: Punto No. 4 - Rosales 1, Chapinero

LOCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

SUBCUENCA: \_\_\_\_\_

FORMACIÓN: Formación Plaeners (Ksgp)

A	ORIENTACIÓN		UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	OBSERVACIONES	B	C	D	E	F	G	H	I	
	TIPO	AZIMUT DE BUZAMIENTO												BUZAMIENTO
0	310	74	Ksgp	Arenisca ferruginosa con tamaño de grano arena fino a media, friable, cemento silíceo y grado de litificación alto.	Paquetes de espesor superior a 3m									
0	317	80												
0	237	80												
0	312	83												
3	250	90												

AFLORAMIENTO:	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
LADERA:	N22E	72NW

FORMA DEL BLOQUE:
EXPLORACIÓN:
MUESTRAS NÚMERO:
LEVANTÓ: J.L.G.P

<b>A. TIPO</b> 0 DIACLASA 1 DIACLASA MAESTRA 2 ZONA CIZALLA 3 FALLA 4 ESTRATIFICACIÓN 5 FOLIACIÓN 6 ESQUISTOSIDAD	<b>B. PERSISTENCIA</b> 1 DISCONTINUA (<2m) 2 POCO CONTINUA (2-5m) 3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m) 4 CONTINUA (>10m)	<b>C. ESPACIAMIENTO</b> 1 MUY JUNTAS (<5 cm) 2 PRÓXIMAS (5-30cm) 3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm-1m) 4 SEPARADAS (1-3m) 5 MUY SEPARADAS (>3m)	<b>D. ABERTURA</b> 1 CERRADA 2 LIGERAMENTE ABIERTA (<0.5cm) 3 ABIERTA (0.5-20cm) 4 MUY ABIERTA (20-50cm) 5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50cm)	<b>E. RELLENO</b> 0 NO EXISTE 1 ARCILLA 2 LIMO 3 ARENA 4 ROCA TRITURADA 5 ÓXIDOS HIERRO 6 CUARZO 7 CALCITA 8 OTROS
<b>F. RUGOSIDAD MICRO</b> ESCALONADA 1 RUGOSA 2 SUAVE 3 ESPEJO DE FALLA  ONDULADA 4 RUGOSA 5 SUAVE 6 ESPEJO DE FALLA  PLANAR 7 RUGOSA 8 SUAVE 9 ESPEJO DE FALLA	<b>G. RUGOSIDAD MACRO</b> 1 ESCALONADA 2 ONDULADA 3 PLANAR	<b>H. AGUA</b> 1 SECA 2 HÚMEDA 3 FILTRACIÓN 4 FLUJO 5 OTROS FLUIDOS	<b>I. NÚMERO DE CECIL</b> 1 ROCA MASIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS 2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES 3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 8 ROCA TRITURADA, MATERIAL PARECIDO AL SUELO	

## LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS - LOCAL

OBRA/DESARROLLO: Contrato de Consultoría No 203 de 2004

FECHA DE LEVANTAMIENTO: Agosto 21 de 2004

ESTACIÓN: E - 4 NOMBRE: Punto No. 4 - Rosales 1, Chapinero

LOCALIZACIÓN:

SUBCUENCA:

FORMACIÓN: Formación Plaeners (Ksgp)

A TIPO	ORIENTACIÓN		UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	OBSERVACIONES	B PERSISTENCIA	C ESPACIAMIENTO	D ABERTURA	E RELLENO	F RUGOSIDAD MICRO	G RUGOSIDAD MACRO	H AGUA	I No DE CECIL
	AZIMUT DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO											
4	95	30	Ksgp	Arcillolita de color gris clara en láminas de 1mm a 1cm, seca, el grado de filificación es alto									
0	118	39											
0	280	74											
0	282	67											

AFLORAMIENTO:	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
LADERA:	N22E	72NW

FORMA DEL BLOQUE:
EXPLORACIÓN:
MUESTRAS NÚMERO:
LEVANTÓ: J.L.G.P

<b>A. TIPO</b> 0 DIACLASA 1 DIACLASA MAESTRA 2 ZONA CIZALLA 3 FALLA 4 ESTRATIFICACIÓN 5 FOLIACIÓN 6 ESQUISTOSIDAD	<b>B. PERSISTENCIA</b> 1 DISCONTINUA (<2m) 2 POCO CONTINUA (2-5m) 3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m) 4 CONTINUA (>10m)	<b>C. ESPACIAMIENTO</b> 1 MUY JUNTAS (<5 cm) 2 PRÓXIMAS (5-30cm) 3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm-1m) 4 SEPARADAS (1-3m) 5 MUY SEPARADAS (>3m)	<b>D. ABERTURA</b> 1 CERRADA 2 LIGERAMENTE ABIERTA (<0.5cm) 3 ABIERTA (0.5-20cm) 4 MUY ABIERTA (20-50cm) 5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50cm)	<b>E. RELLENO</b> 0 NO EXISTE 1 ARCILLA 2 LIMO 3 ARENA 4 ROCA TRITURADA 5 ÓXIDOS HIERRO 6 CUARZO 7 CALCITA 8 OTROS
<b>F. RUGOSIDAD MICRO</b> ESCALONADA 1 RUGOSA 2 SUAVE 3 ESPEJO DE FALLA ONDULADA 4 RUGOSA 5 SUAVE 6 ESPEJO DE FALLA PLANAR 7 RUGOSA 8 SUAVE 9 ESPEJO DE FALLA	<b>G. RUGOSIDAD MACRO</b> 1 ESCALONADA 2 ONDULADA 3 PLANAR	<b>H. AGUA</b> 1 SECA 2 HÚMEDA 3 FILTRACIÓN 4 FLUJO 5 OTROS FLUIDOS	<b>I. NÚMERO DE CECIL</b> 1 ROCA MASIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS 2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES 3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 8 ROCA TRITURADA, MATERIAL PARECIDO AL SUELO	

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

TABLA C.1

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO

ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1

D: Diaclasa

E: Estratos

ORIENTACIÓN	N25E/55NW
Buzamiento t	55
Azimet: at	295
Fricción	10

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	114	24	si	no	si	no
D1	35	82	si	no	no	no
D2	258	79	si	no	no	no
D3	315	75	si	si	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	121	24	si	no	si	no
E1D2	172	13	si	no	si	no
E1D3	43	8	no	no	si	no
D1D2	318	70	si	si	no	no
D1D3	332	74	si	no	no	no
D2D3	281	72	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	114	24	si	no	no
D1	35	82	no	si	no
D2	258	79	no	si	no
D3	315	75	no	si	no

TABLA C.2

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N25E/55NW
Buzamiento t	55
Azimet: at	295
Fricción	10

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	114	24	si	no	si	no
D1	240	78	si	no	no	no
D2	285	72	si	si	no	no
D3	304	74	si	si	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	155	19	si	no	si	no
E1D2	196	4	no	no	si	no
E1D3	33	4	no	no	si	no
D1D2	290	72	si	si	no	no
D1D3	284	73	si	si	no	no
D2D3	274	72	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E1	114	24	si	no	no
D1	240	78	no	si	no
D2	285	72	no	si	no
D3	304	74	no	si	no

TABLA C.3

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N22E/72NW
Buzamiento t	72
Azimet: at	292
Fricción	30

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	95	24	no	no	si	no
D1	281	78	si	si	no	no
D2	244	72	si	no	si	no
D3	313	74	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	10	3	no	no	si	no
E1D2	157	16	no	no	si	no
E1D3	40	18	no	no	si	no
D1D2	354	64	si	no	si	no
D1D3	247	66	si	no	si	no
D2D3	303	68	si	si	si	si

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	95	24	si	no	no
D1	281	78	no	si	no
D2	244	72	no	si	no
D3	313	74	no	si	no

TABLA C.4

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N25E/55NW
Buzamiento t	65
Azimet: at	295
Fricción	20

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	114	24	si	no	si	no
D1	35	82	si	no	no	no
D2	258	79	si	no	no	no
D3	315	75	si	si	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	121	24	si	no	si	no
E1D2	172	13	no	no	si	no
E1D3	43	8	no	no	si	no
D1D2	318	70	si	si	no	no
D1D3	332	74	si	no	no	no
D2D3	281	72	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E1	114	24	si	no	no
D1	35	82	no	si	no
D2	258	79	no	si	no
D3	315	75	no	si	no

TABLA C.5

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N25E/55NW
Buzamiento t	65
Azmut: at	295
Fricción	20

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	114	24	si	no	si	no
D1	240	78	si	no	no	no
D2	285	72	si	si	no	no
D3	304	74	si	si	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	155	19	no	no	si	no
E1D2	196	4	no	no	si	no
E1D3	33	4	no	no	si	no
D1D2	290	72	si	si	no	no
D1D3	284	73	si	si	no	no
D2D3	274	72	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E1	114	24	si	no	no
D1	240	78	no	si	no
D2	285	72	no	si	no
D3	304	74	no	si	no



TABLA C.6

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N22E/72NW
Buzamiento t	65
Azimut: at	292
Fricción	30

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	95	24	no	no	si	no
D1	281	78	si	si	no	no
D2	244	72	si	no	no	no
D3	313	74	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	10	3	no	no	si	no
E1D2	157	16	no	no	si	no
E1D3	40	18	no	no	si	no
D1D2	354	64	si	no	si	no
D1D3	247	66	si	no	no	no
D2D3	303	68	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	95	24	si	no	no
D1	281	78	no	si	no
D2	244	72	no	si	no
D3	313	74	no	si	no

TABLA C.7

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N25E/55NW
Buzamiento t	80
Azmut: at	295
Fricción	20

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	114	24	si	no	si	no
D1	35	82	si	no	no	no
D2	258	79	si	no	si	no
D3	315	75	si	si	si	si

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	121	24	si	no	si	no
E1D2	172	13	no	no	si	no
E1D3	43	8	no	no	si	no
D1D2	318	70	si	si	si	si
D1D3	332	74	si	no	si	no
D2D3	281	72	si	si	si	si

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E1	114	24	si	no	no
D1	35	82	no	si	no
D2	258	79	no	si	no
D3	315	75	no	si	no

TABLA C.8

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N25E/55NW
Buzamiento t	80
Azmut: at	295
Fricción	20

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	114	24	si	no	si	no
D1	240	78	si	no	si	no
D2	285	72	si	si	si	si
D3	304	74	si	si	si	si

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > 0$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	155	19	no	no	si	no
E1D2	196	4	no	no	si	no
E1D3	33	4	no	no	si	no
D1D2	290	72	si	si	si	si
D1D3	284	73	si	si	si	si
D2D3	274	72	si	si	si	si

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\phi)$	
E1	114	24	si	no	no
D1	240	78	no	si	no
D2	285	72	no	si	no
D3	304	74	no	si	no

TABLA C.9

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
 FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO  
 ANÁLISIS CINEMÁTICO LOS ROSALES

TALUD No. 1  
 D: Diaclasa  
 E: Estratos

ORIENTACIÓN	N22E/72NW
Buzamiento t	80
Azimut: at	292
Fricción	30

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	95	24	no	no	si	no
D1	281	78	si	si	si	si
D2	244	72	si	no	si	no
D3	313	74	si	no	si	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 30$	$b < t$	
E1D1	10	3	no	no	si	no
E1D2	157	16	no	no	si	no
E1D3	40	18	no	no	si	no
D1D2	354	64	si	no	si	no
D1D3	247	66	si	no	si	no
D2D3	303	68	si	si	si	si

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	95	24	si	no	no
D1	281	78	no	si	no
D2	244	72	no	si	no
D3	313	74	no	si	no

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**PLANOS**



DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS  
ALCALDÍA MAJOR DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C.

FUENTE:  
LEVANTAMIENTO DIRECTO

ELABORÓ:  
CONSORCIO CONSTRUCTORES  
CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA  
DIRECTOR

INTERVENITORIA:  
FOPAE

ESCALA 1 : 100  
Escala gráfica en metros  
0 10 20 30 m

VO B. INTERVENTORIA

APROBÓ:  
ORLANDO HOYOS - DPAA

REVISÓ:  
CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA

LEVANTÓ:  
CARLOS HERNANDO MORENO

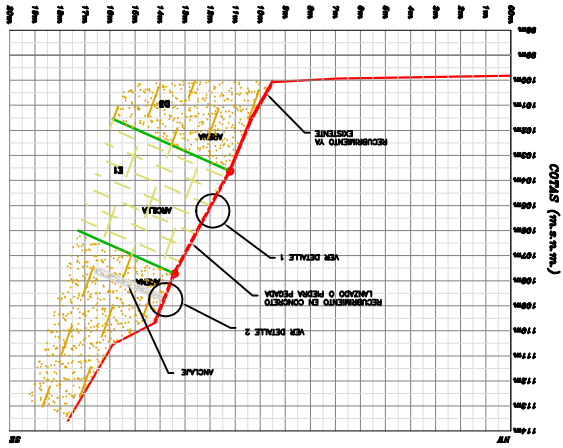
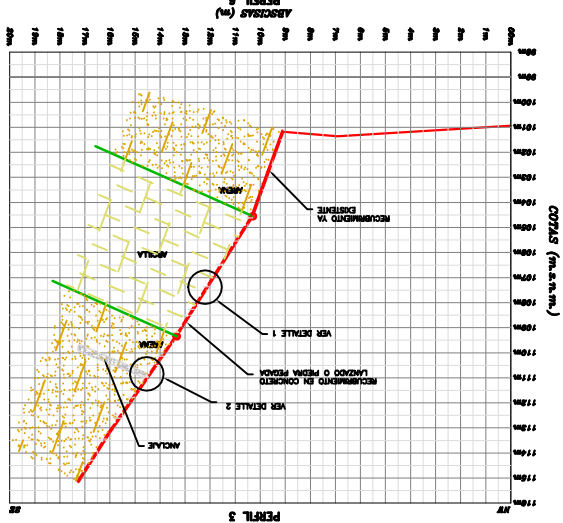
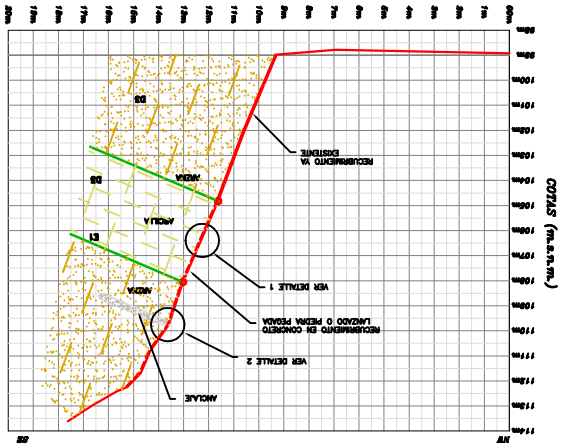
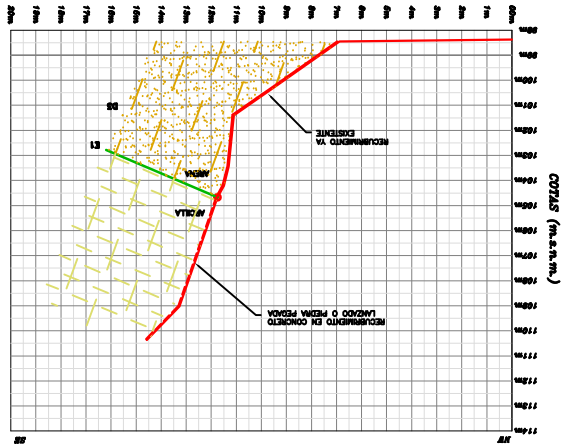
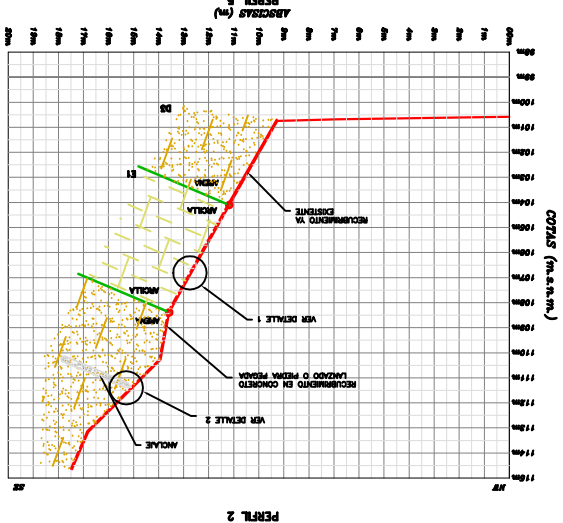
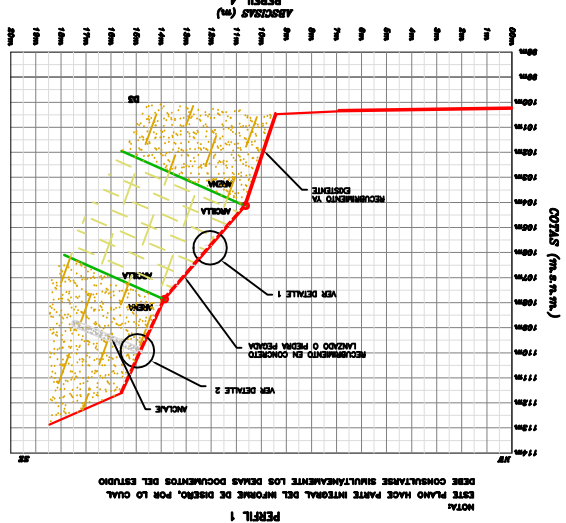
DIBUJÓ:  
JOSÉ TORRES

FECHA:  
AGOSTO DE 2004

PROYECTO:  
CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004  
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE  
POR REMOCIÓN EN MASA

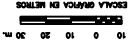
CONTIENE:  
PUNTO No.4  
BARRIO ROSALES, LOCALIDAD DE CHAPINERO  
PERFILES

ARCHIVO:  
Anexo D - Plano Rosales.dwg  
PLANO No. 1



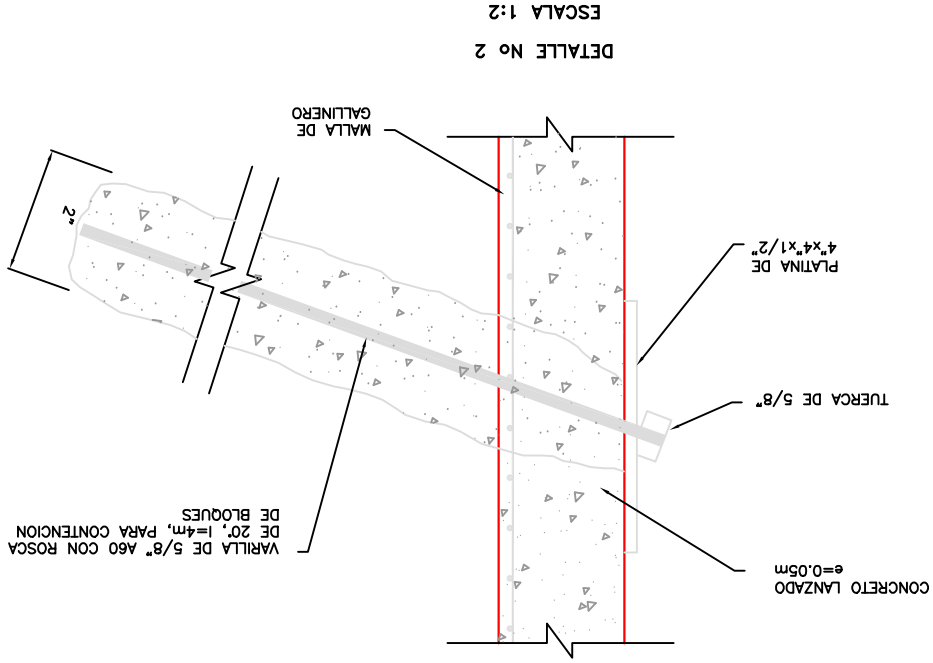
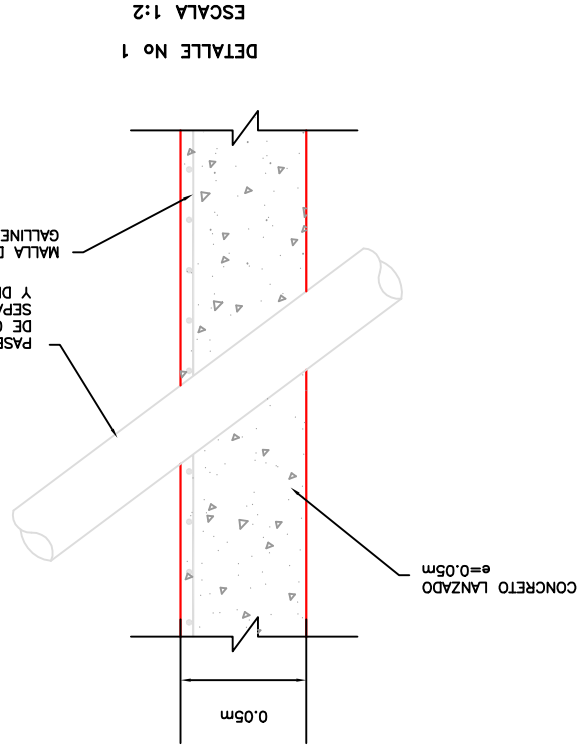


FOPAE
INTERVENTORIA: CONSORCIO CONSTRUCTORES CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR
ELABORÓ: CARLOS HERNANDO MORENO
LEVANTAMIENTO DIRECTO
FUENTE:



Vo B. INTERVENTORIA	ARCHIVO: Anexo D - Plano Rosales.dwg
APROBÓ: ORLANDO HOYOS - DPAE	CONTIENE: DETALLES BARRIO ROSALES, LOCALIDAD DE CHAPINERO
REVISÓ: CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA	PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA
LEVANTÓ: CARLOS HERNANDO MORENO	DIBUJÓ: JOSE TORRES
FECHA: AGOSTO DE 2004	PLANO No. 2

NOTA: ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL INFORME DE DISEÑO. POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTANEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO.



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**



## **ANEXO E**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 4 – ROSALES 1, CHAPINERO**

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Fondo de Desarrollo Local de Chapinero designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO E PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	AGOSTO/04
ELABORÓ:	CC	REVISÓ:	JL	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Fondo de Desarrollo Local las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de Proctor modificado, granulometría y límites de Atterbergh (éstos últimos para el material que pase el tamiz # 200) para el material seleccionado de los rellenos (Recebo tipo B-200).
- Ensayos de densidad de campo, granulometría y límites de Atterbergh para el control de la compactación de rellenos.

- Peso unitario para el relleno de gaviones
- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados (malla, varillas).

## **2.9 PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO**

Cuando se ejecutan obras de construcción en las vías, actividades relacionadas con servicios públicos u obras de este tipo que pueden afectar una vía o a una zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

Dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

Con el fin de reducir la posibilidad de accidentes y aminorar el impacto de la obra sobre los usuarios de las vías adyacentes, y aunque la vía en la zona de ejecución de los trabajos tiene un bajo tráfico de automotores, es necesario adelantar un plan de manejo de tránsito, que el Constructor debe presentar para revisión y aprobación de la Interventoría y las autoridades respectivas en forma previa a la iniciación de las obras.

Dicho plan de manejo de tráfico debe ceñirse a las especificaciones de la Secretaría de Tránsito de Bogotá, y a continuación se presentan los lineamientos generales que se deben seguir, así como el mínimo de aspectos y requerimientos a tener en cuenta para esta obra específica, reiterando que el plan de manejo de tránsito deberá ser elaborado por el Constructor, de acuerdo con su plan de trabajo y adecuado a cada una de las etapas de obra, y sometido a la aprobación de la Interventoría y las autoridades respectivas.

### **2.9.1 Objetivo general**

El objetivo general del plan de manejo de tránsito es mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan en las vías públicas o en las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, limpio, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, bajo el cumplimiento de las normas establecidas para la regulación del tránsito.

### **2.9.2 Objetivos específicos**

Específicamente el plan persigue:

- Procurar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores.

- Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares y peatonales.
- Ofrecer a los usuarios una señalización clara y de fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.
- Implementar rutas alternativas con elementos de control y operación del tránsito, para permitir al transporte público y particular la optimización de distancias y tiempos de recorrido de acuerdo con los desvíos requeridos para la ejecución de las obras.
- Prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia de la obra en ejecución.

### **2.9.3 Principios fundamentales**

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito por obras civiles deben apoyarse en los siguientes principios fundamentales:

- La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito, debe ser un elemento integral y de alta prioridad de todo proyecto.
- La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.
- Los conductores y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos, mientras se aproximan y atraviesan la zona de las obras.
- Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
- Debido al incremento potencial de riesgos, durante la regulación temporal del tránsito, la seguridad en la zona debe tener constante atención.
- Para la toma de decisiones de trabajo, cada persona, cuyas acciones afectan el control temporal del tránsito, debe recibir entrenamiento adecuado, desde el nivel superior del personal administrativo hasta el personal de campo.
- La regulación del tránsito a través de las áreas de trabajo, es una parte esencial en la ejecución de obras.

Es importante considerar la divulgación de los trabajos a adelantar, con el propósito de que se tenga un conocimiento por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

### **2.9.4 Metodología**

El desarrollo del plan de manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras comprende las etapas siguientes:

1. Conocimiento de las características de las obras.
2. Identificación de las características generales de la zona de influencia de la obra.
3. Toma de información básica requerida para elaborar el plan de manejo del tránsito.
4. Diseño del plan de manejo del tránsito.
5. Puesta en marcha del plan de manejo del tránsito.
6. Supervisión del plan de manejo del tránsito

## **2.9.5 Señalización mínima a considerar**

### **2.9.5.1 Señales verticales**

#### **- Preventivas**

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial o total de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. En esta obra tendrán como mínimo un tamaño de 90 por 90 cm y se colocarán al lado derecho de la vía que se afecte por la obra.

Como mínimo se deben emplear señales SPO-01 y SP-02.

#### **- Reglamentarias**

Los trabajos en las vías públicas o en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las usadas normalmente, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito.

Las señales reglamentarias tienen forma circular; su tamaño mínimo será un círculo de diámetro de 90 cm. Se colocarán a ambos lados de la vía. Como mínimo se emplearán señales tipo SRO-02.

#### **- Informativas**

Se utilizarán señales informativas en la ejecución de obras, para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resulte importante destacar. Como mínimo se deben emplear señales SIO-01.

### **2.9.5.2 Dispositivos para la canalización del tránsito**

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcar las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberán poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Será necesario que se contemplen medidas especiales que garanticen el paso de los vehículos en forma gradual y segura a través del área de trabajo, considerando la seguridad de los peatones, los trabajadores y los equipos de la obra. Estos

elementos deberán estar precedidos por señales preventivas e informativas y en las horas de oscuridad serán complementados con dispositivos luminosos.

Una disminución inadecuada de los carriles de circulación producirá operaciones de tránsito ajenas a la voluntad de los usuarios, que generan congestión y probabilidad de accidentes en el área. Se recomienda adoptar una distancia mínima de transición de 100 m.

Para esta obra en particular se deben considerar como mínimo barricadas, conos (de 0,45 m de altura), delineadores tubulares, tabiques, mallas y cintas.

### **2.9.5.3 Dispositivos luminosos**

El desarrollo de obras genera con frecuencia condiciones peligrosas en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas, por lo tanto es necesario complementar las señales verticales y los elementos de canalización con dispositivos luminosos, tales como reflectores, luces permanentes y luces intermitentes o de destello. Para esta obra se recomienda el empleo de luces de identificación de peligro, luces de advertencia en barricadas y reflectores.

### **2.9.5.4 Dispositivos manuales**

Cuando las circunstancias en una obra generan que se habilite un solo carril para el tránsito en dos sentidos, a través de una distancia limitada, se tomarán las precauciones necesarias para que el paso de los vehículos sea alternado. Dicha situación puede presentarse en un tramo corto, de bajo volumen de vehículos y de buena visibilidad, que permita que la circulación se pueda autorregular. Sin embargo, en tramos de cierta longitud, deberá regularse la circulación con una coordinación correcta para evitar que se produzcan accidentes y excesivos retrasos, por medio de dispositivos manuales. Considerando el bajo tráfico de esta vía no se considera necesario emplear estos dispositivos, salvo que el Constructor lo estime conveniente.

### **2.9.6 Ubicación de la señalización**

El Constructor, de acuerdo con los manuales de la Secretaría de Tránsito de Bogotá, deberá ubicar sobre un plano la señalización contemplada, que hará parte integral del plan de manejo de tránsito, y que deberá constatarse en campo. Un ejemplo de esta ubicación se presenta en la página siguiente.

**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.**



### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 ANCLAJES 5/8” (ÍTEM 2.2)**

##### **Descripción y alcance**

Este capítulo comprende los requisitos para el suministro, instalación y ejecución de ensayos para determinar la calidad de los pernos de anclaje y establece los procedimientos para medida y pago de estos elementos que se utilizarán para soporte de la superficie natural del talud.

Incluye el suministro de todos los materiales y accesorios adicionales necesarios, perforación de los barrenos, protección de los pernos, suministro de equipos, energía y mano de obra necesarios para realizar todos los trabajos que no tendrán medida ni pago por separado y todos los trabajos que sean necesarios para completar esta parte de la obra.

##### **Método y procedimientos de construcción**

Los pernos de anclaje deberán consistir en varillas de acero anclados firmemente en perforaciones, mediante un material aprobado por la Interventoría que garanticen su protección contra la corrosión. Los pernos deberán estar provistos de una platina de asiento de acero, de una arandela plana, de una o dos arandelas biseladas y de una tuerca hexagonal pesada.

El anclaje de los pernos podrá hacerse usando mortero de cemento con acelerante o resinas sintéticas, que garanticen que la barra pueda ser esforzada a tensión hasta el punto de fluencia del acero sin que falle el anclaje. El sistema de anclaje de los pernos estará sujeto a la aprobación de la Interventoría para lo cual el contratista deberá presentar la información técnica completa sobre el sistema que se propone emplear así como efectuar las pruebas especificadas.

Los detalles de instalación, la longitud, la orientación y el espaciamiento están definidos en los planos de diseño.

El contratista deberá instalar los pernos que sean necesarios para soportar las superficies naturales o excavadas en los sitios mostrados en los planos o indicados por la Interventoría.

El contratista deberá someter a revisión y aprobación de la Interventoría una memoria técnica detallada donde se describa el procedimiento y el equipo a utilizar en la instalación de los pernos.

Las perforaciones para la instalación de los pernos se deberán hacer del diámetro que la Interventoría indique o apruebe y a las profundidades mostradas en los planos o indicadas por la Interventoría. Antes de instalar un perno dentro de una perforación, esta se deberá limpiar con aire y agua a presión a fin de remover las virutas de laminado, óxido suelto, mugre, grasa o cualquier otra sustancia objetable.

La rosca del perno deberá estar limpia y sin rebabas, de tal forma que la tuerca enrosque libremente en el mismo, estas roscas deberán cubrirse con un lubricante.

La malla eslabonada se deberá sujetar a los pernos mediante las tuercas y platina que se deberán colocar con cada perno.

Las tuercas de los pernos se deberán colocar de tal manera que por lo menos, los primeros cuatro centímetros de la rosca queden libres después de la instalación del perno y de cualquier malla de acero sostenible por el mismo.

Los pernos necesarios para soportar los taludes finales de la excavación se deberán instalar tan pronto como sea posible, después de remover cada etapa de excavación.

El lapso entre la perforación del hueco y la instalación del perno deberá ser el mínimo necesario y en ningún caso podrá exceder de seis horas.

## **Ensayos**

**Equipos:** El contratista deberá proveer y mantener en condiciones óptimas de funcionamiento los equipos completos para efectuar el ensayo a tensión sobre los pernos.

Cada equipo deberá consistir en un gato hidráulico con una capacidad no menor de 50 toneladas, con émbolo hueco de tal manera que se pueda instalar concéntricamente sobre el eje longitudinal del perno un aditamento que permita el acople entre el perno y el gato hidráulico, una bomba hidráulica y demás accesorios que se requieran. El recorrido del embolo no deberá ser menor de 10cm.

El equipo necesario para realizar los ensayos de los pernos, el método a emplearse en la ejecución de los mismos y la cantidad de ensayos estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría.

**Ensayos:** El Contratista deberá probar cinco (5) pernos. Tales pernos serán escogidos por la Interventoría y se deberán someter a una carga axial de tracción que deberá alcanzar un valor del 50% del límite de fluencia de la varilla.

Cuando en dos o más pernos, de los cinco probados, no se obtenga la resistencia especificada, el Contratista deberá instalar a su cuenta, el número de pernos necesarios para alcanzar la resistencia de soporte requerida por el aporte de los pernos que no cumplen la resistencia. Este número de pernos adicionales lo definirá la Interventoría.

El pago de los pernos se hará únicamente después de efectuado el ensayo de control de calidad sobre los pernos representativos y de que se haya verificado que soportan la carga axial anteriormente especificada.

## **Materiales**

**Varillas:** Las varillas para los pernos de anclaje deberán cumplir con las especificaciones ASTM A61577 a para acero grado 60. Toda varilla para perno deberá tener por lo menos 15 cm de rosca fina en un extremo.

**Agua y cemento:** El agua y el cemento que se utilicen en la preparación de mortero deberán cumplir con todos los requisitos estipulados para el agua y el cemento que se empleen en la construcción de mortero de acuerdo con las normas técnicas del ICONTEC.

**Arena:** La arena para preparación de mortero deberá cumplir con los requisitos establecidos para la arena que se utilice en las mezclas de concreto, además de las siguientes limitaciones en cuanto a granulometría:

Tamiz estándar U.S	Porcentaje de peso que pasa
No. 8	100
No. 50	20-60
No. 200	0-3

**Platinas:** Las platinas de asiento deberán cumplir la especificación ASTM A-36. Las platinas deberán tener un espesor mínimo de 9.5 mm y un área neta no inferior de 225 cm<sup>2</sup>.

**Arandelas:** Las arandelas de requerirse deberán cumplir con la norma ASTM F 436-77.

**Tuercas:** Todas las tuercas deberán ser de tipo hexagonal pesado y deberán cumplir con la norma ASTM 563-76a.

## **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

La parte de la obra por ejecución a los precios unitarios de la lista de cantidades y precios consistirá en el suministro e instalación de los pernos de anclaje, en los sitios mostrados en los planos o indicados por la Interventoría, o donde lo apruebe la misma a solicitud del contratista.

Esta parte de la obra incluye el suministro de los pernos y sus accesorios, la perforación de los barrenos, la resina, lechada o mortero en la cantidad que sea necesaria para su instalación.

La Interventoría autorizará la medida y pago cuando el contratista haya completado a satisfacción de la misma y en todo de acuerdo con las especificaciones los siguientes trabajos:

Ejecución de los ensayos preliminares establecidos en la presente especificación.

Ejecución de los ensayos para controlar la calidad durante la construcción, establecidos en la presente especificación.

Colocación de la platina y aditamentos requeridos en cada perno instalado.

Reemplazo de los pernos y barras cuyo anclaje no tenga la longitud mostrada en los planos o la requerida por la Interventoría.

### **Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado**

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

Ejecución de los ensayos para controlar la calidad de los pernos durante construcción.

Colocación de la platina y aditamentos requeridos en cada perno instalado.

Reemplazo de los pernos cuyo anclaje no tenga la longitud mostrada en los planos o requerida por la Interventoría.

### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML).

### **Medición**

La medida para el pago de los pernos de anclaje será la longitud en metros lineales (ML) de varilla instalada dentro del terreno y aceptada por la Interventoría. No se medirá para pago la longitud de varilla que quede por fuera del terreno.

## **3.2 CONCRETO LANZADO (ÍTEM 2.1)**

### **Descripción**

Los trabajos de concreto lanzado consisten en el conjunto de operaciones necesarias para la colocación de una protección al talud, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

### **Alcance**

Esta especificación cubre los requisitos referentes a colocación, fraguado y reparación de todo el concreto vaciado en sitio que se va a usar como protección del talud y las normas para medida y pago respectivas.

Las actividades referidas incluyen la localización y replanteo de las obras, el suministro e instalación de malla de gallinero; el suministro y colocación del concreto y pases de tubería, aseo y demás actividades relacionadas.

## **Método y procedimientos de construcción**

Esta actividad se iniciará con la localización y replanteo de las obras, siguiendo con el anclaje de la malla gallinero que se debe instalar desde la corona del talud hacia la pata, debidamente amarrada, una vez se haya finalizado el retiro manual de bloques sueltos y los anclajes de 5/8”.

La naturaleza del soporte tiene una importancia primordial para la adherencia del concreto lanzado, la cual se garantiza únicamente por un fenómeno mecánico. Durante las primeras fracciones de segundo del impacto del chorro sobre la superficie de aplicación, se forma una delgada capa compuesta por los elementos más finos de la mezcla, es decir, de la pasta de cemento y arena fina. Esta capa no sólo sirve para incorporar los agregados más gruesos, sino que penetra también por la fuerza del impacto en las pequeñas irregularidades, los poros y las fisuras de la superficie de aplicación, logrando una excelente adherencia entre el concreto lanzado y su soporte una vez que ha fraguado el cemento.

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia de la Interventoría. El concreto no deberá colocarse bajo la lluvia, sin permiso de la Interventoría, dicho permiso se dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que en opinión de la Interventoría, sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposita.

No se permitirá el uso de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya endurecido hasta tal punto que no se pueda colocar apropiadamente, será desechado.

El curado se hará cubriendo las superficies con un tejido de fique saturado de agua o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo, aprobado por la Interventoría, que conserve continuamente (y no periódicamente) húmedas las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado suficientemente, hasta el final del período especificado del curado.

## **Materiales**

**Concreto lanzado:** f'c a los 28 días: 3.000 p. s. i., salvo que se especifique lo contrario en los planos. Se tomarán muestras compuestas por 6 cilindros para ensayar una pareja a los 7 días, otra a los 28 días y la otra servirá de testigo.

## **Unidad de pago**

Metro cuadrado medido en obra.

### **3.3 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 1.1 Y 3.1)**

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

#### **3.3.1 Retiro manual de bloques sueltos**

Corresponde a los trabajos para el retiro y disposición según la normatividad vigente de los bloques de roca que se encuentren sueltos. El Constructor deberá tomar todas las medidas de seguridad para garantizar que no se afectarán sus trabajadores, peatones o vehículos durante las operaciones tales como el uso de mallas, andamios y demás.

#### **3.3.2 Retiro de árboles**

Esta actividad se refiere al retiro de algunos árboles que se encuentran en la parte superior del talud rocoso y que están a punto de caer. El Constructor deberá tomar todas las medidas de seguridad para garantizar que no se afectarán sus trabajadores, peatones o vehículos durante las operaciones tales como el uso de mallas, andamios y demás.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**ANEXO F**

**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE  
PRECIOS UNITARIOS**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO G**  
**CRONOGRAMA**



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO H**  
**FICHAS TÉCNICAS DE ÁRBOLES A RETIRAR**

**FICHA DE REGISTRO No.1  
INVENTARIO FISICO DE LA ARBORIZACIÓN**

**LOCALIZACION:** Rosales      **HOJA No.** 1 de 1

**FECHA:** 9 de septiembre de 2004      **RESPONSABLE:** Ingeniero Forestal Gonzalo Escobar

**NOMBRE DEL SOLICITANTE:** FOPAE

No.	ESPECIE	UBICACIÓN	ALTURA (m)	ALTURA COMERCIAL	D.A.P. (m)	O COPA (m)	A/1a RAMA	ESTADO GENERAL		DENS. COPA	VR. E.	OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES	VOLUMEN (m3)
								FISICO	SANITARIO				
1	<i>Eucalyptus globulus</i>	Talud	7,50	5,80	0,150	2,40	5,50	T, I	S	M	=	Tala	0,061497
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	Talud	10,40	7,50	0,100	2,00	6,50	B	S	M	=	Tala	0,035343
3	<i>Eucalyptus globulus</i>	Talud	6,30	4,40	0,080	2,20	4,00	T, I	T	M	=	Tala	0,013270
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	Talud	17,50	14,20	0,820	8,00	1,60	P A, DM, T	H	R	=	Tala	4,499437
												<b>TOTAL</b>	<b>4,609547</b>

Decreto Distrital N° 472/03

VR.E: Deseable: +; Indiferente: =;  
Indeseable :- Esencial :\*

Estado físico: Bifurcación basal : Bb; Bifurcaciones basales:BB; Daños mecánicos :DM;Excesiva ramificación:ER; Inclinado: I; Parcialmente seco: PS;  
Poda anterior:PA; Raíces descubiertas:RD; Ramas secas:RS; Rebrotos:RB; Seco:SE; Torcido:T; Truncado:TR; Suprimido:SU, Bueno: B  
Revirado de la madera:RV;Anillado:A;Copa asimétrica:CA; Ramas pendulares:RP;Ramas con peligro de caída:RC; Daños Infraest urbana,DIU  
Estado Sanitario: Clorosis: C; Gomosis: G; Sano: S;Tumores: T; Hongos: H; Tronco rajado:RJ; Insectos:I; Pudrición localizada,ramas,tallo,raíz: Pud.



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 5 – MÉXICO, CIUDAD**  
**BOLÍVAR**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, OCTUBRE DE 2004**

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2151**

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004**

**PUNTO No. 5 – MÉXICO, CIUDAD BOLÍVAR**

**1 LOCALIZACIÓN**

Localidad : Ciudad Bolívar (19)  
Barrio : México  
UPZ : (67) Lucero  
Coordenadas : N 995.510 – E 993.750  
Fecha : Octubre de 2004.  
Área de influencia : 1,1 ha  
No. de predios evaluados: Ninguno  
Población beneficiada : Aproximadamente 50 personas, que habitan las viviendas que colindan con la zona  
Vigencia : Temporal, mientras no se modifiquen las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

**2 DIAGNÓSTICO**

La actividad de explotación de materiales para construcción, a localización de asentamientos humanos y la ocurrencia de otros eventos de origen natural y humano, en el valle del río Tunjuelito, han involucrado varios cambios en el curso del río y sus afluentes, entre los cuales se encuentra la canalización de la quebrada Trompetas y el realce de las márgenes por medio de jarillones de rellenos heterogéneos.

Pocos metros aguas abajo de la confluencia de la quebrada Trompetas y el río Tunjuelo, se produjo un deslizamiento sobre la margen izquierda, en la curva externa de un meandro, detonado por la socavación de la corriente (véase la **Fotografía 1**). Este proceso de degradación, aunque natural –efecto de la ubicación en el meandro–, ha sido fuertemente influenciado por el aumento de la velocidad de flujo debida a la reducción de la sección hidráulica del río como parte del proceso de sedimentación que actualmente se presenta y al aumento en los caudales de la quebrada Trompetas, ya que por allí se está bombeando parte del agua almacenada en los socavones de las canteras, inundadas durante un evento crítico registrado a mediados del año 2002.

Debido a la tendencia retrogresiva del deslizamiento y la dinámica del río, se está comprometiendo la estabilidad del jarillón, y por ende, las condiciones de seguridad de las viviendas más cercanas del barrio México, que se ubican aproximadamente a 55 m del sitio de estudio, por lo cual es muy importante la protección de las márgenes.

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	OCTUBRE/04
ELABORÓ:	JL/NB/GIA C.	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS



FOTOGRAFIA 1. Deslizamiento en la confluencia de la Quebrada Trompetas y el Río Tunjuelito

### 3 ESTUDIOS BÁSICOS

#### 3.1 Geología y Geomorfología

Las características geológicas de los materiales involucrados (rellenos y depósitos aluviales) y de los procesos de inestabilidad, son extractadas del “Estudio de Evaluación de Riesgos para los Barrios México y Villa Jacqui por Inestabilidad en los Taludes Aledaños a las Gravilleras, e Inundación para los Barrios Tunjuelito y Meissen por desbordamiento del Río Tunjuelito debido al Embalsamiento Actual de las Aguas dentro de las Gravilleras, Localidades de Ciudad Bolívar y Tunjuelito” (Geoingeniería, 2002), así:

**Depósito Aluvial Reciente (Qal).** Se emplaza en el entalle del talud, conforma la playa y el cauce del Río Tunjuelito, y describe una morfología plana. Es de color café oscuro a marrón; litológicamente exhibe un cambio gradacional en sentido lateral desde arenas limosas en las márgenes, hasta gravas en el lecho y su espesor alcanza los 50 metros.

**Relleno Hidráulico Reciente (Qrh1).** Dibuja el tope y la cima de los taludes y su espesor alcanza los 18 metros. Es de color café claro, crema, rojizo o violáceo, y está compuesto por arenas limosas medias a finas, laminadas, producto de la depositación de los materiales de lavado mediante recirculación del agua en antiguas piscinas confinadas lateralmente por rellenos compactados.

**Relleno Antrópico en Zona Minera (Qra2).** Demarca la parte media de la ladera, con espesores cercanos a los 4 metros. Es de tonalidades pardas y está constituido por limos arenosos y arcillosos, con restos de basura (plástico, caucho y escombros

de construcción). Poseen bajo grado de compactación y yacen sobre los limos arenosos *in situ* que cubren las gravas del Tunjuelito.

Previo a la descripción tanto de las unidades geomorfológicas como de los procesos morfodinámicos, se hará énfasis en la dinámica fluvial del río Tunjuelito en el sector –en especial en los cambios durante el período invernal–, debido a que es la causa que conllevó a la realización del presente estudio.

El río Tunjuelito, en sus partes media y baja, durante su historia reciente ha sufrido cambios significativos por intervención humana. Esto trajo consigo modificaciones en su comportamiento hidráulico, y en su dinámica, inundaciones y deslizamientos frecuentes. Estos cambios se refieren principalmente a: Cambios en su curso, limitaciones de su tendencia a la divagación (al disminuir el área de amortiguamiento contra inundaciones), agradación en el lecho por aportes de sedimentos y baja capacidad de transporte de los mismos; invasión de la llanura aluvial y contaminación, entre otros. (Cantillo, 2002).

Lo anterior sumado a la actividad minera, dan lugar a la generación de diferentes unidades geomorfológicas de origen denudacional y transicional, cada una matizada principalmente por la pendiente, los materiales que la constituyen y los procesos morfodinámicos que en ella tienen lugar.

Así entonces, se tiene: el Talud de Relleno Antrópico (T-ra) como geoforma de origen denudacional, con pendientes mayores al 100%, que conforman los taludes del río Tunjuelito y los bordes de la piscina de lodos adyacente a la ladera en estudio. Y el Cauce del Tunjuelito (C-RT): Unidad de origen transicional, dispuesta en la base del talud y entallada lateralmente por los jarillones del río.

Los procesos morfodinámicos son detonados principalmente por el agua, bien por procesos de infiltración gradual hacia la masa con origen de grietas de tracción, o bien por socavación lateral como efecto del cambio de dinámica del río –aumento de la velocidad de flujo principalmente- por reducción del radio hidráulico debido a la sedimentación.

### **3.2 Investigación geotécnica**

#### **a) Exploración del subsuelo**

Además de la información provista por la exploración del subsuelo realizada por la firma consultora Geoingeniería (2002), el Consorcio Constructores realizó dos (2) sondeos de tipo manual (acompañados del ensayo de penetración estándar - SPT) debido a que el programa de exploración del estudio de Geoingeniería no involucra este sector de manera puntual ni la necesidad de estudiar la secuencia estratigráfica en el cuerpo preferencial de movilización del cuaternario. De esa forma, la perforación S1 está dispuesta en la corona del escarpe y devela el relleno antrópico en zona minera, y la S2, en la base del mismo, aporta información para inferir el contacto con el depósito aluvial.

Durante los trabajos se describieron los materiales encontrados (tipo de material, tamaño de grano, distribución granulométrica, color, contenido de humedad, presencia de oxidaciones y fisuras, y compacidad o consistencia). En el **Anexo B** se presenta la información obtenida en campo, mediante los registros de exploración y en el **Plano No. 1** del **Anexo D** se muestra la distribución en planta de las perforaciones. De igual forma, en la **Tabla 1** se registran las coordenadas, cotas y profundidades de los sondeos, y en la **Tabla 2**, se describen los niveles estratigráficos identificados.

**Tabla 1. Localización de las perforaciones**

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS			NIVELES FREÁTICOS
		NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m.s.n.m.)	
S1	4,55	95.511,93	93.750,58	2.661,5	N.R
S2	3,60	95.509,85	93.751,34	2.656,5	N.R.

**Tabla 2. Descripción de los niveles estratigráficos**

NIVEL	SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Qra2	Relleno Antrópico en Zona Minera	Limos arenosos y arcillosos, con restos de basura tipo plástico, caucho y escombros de construcción
2	Qal	Depósito Aluvial Reciente	Arenas medias a finas y limosas, laminadas, producto de la depositación de materiales de lavado

**b) Ensayos de campo: SPT**

En forma paralela al avance en los sondeos manuales se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar, SPT, el cual se consideró adecuado dado el carácter heterogéneo de los suelos encontrados y la dificultad de obtener muestras inalteradas en este tipo de suelos -principalmente arenosos-. No obstante, gracias a este ensayo se obtuvieron muestras alteradas para clasificación, y un estimativo de la resistencia del material, información con la cual se pudieron constatar los contactos litológicos. El ensayo se practicó con aparataje manual y pesa de 70 lb. El número de golpes de campo, aparece graficado en los registros de perforación dispuestos en el **Anexo B**, para cada uno de los sondeos.

El número de golpes registrado en campo se corrigió por peso del martillo para obtener el  $N_{60}$  y se normalizó para tener en cuenta el confinamiento del material y la relación de energía promedio aplicada, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N'_i = C_N * N * ?_1 * ?_2 * ?_3 * ?_4$$

En donde:

- $N'_i$  : Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía  $i$
- : Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático,  $\gamma'_v$ . Se evaluó con base en las propuestas de Peck, Seed, Meyerhoff-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Sedd-Isdriss, Schmertmann y González, cuidando siempre que este factor no resultara mayor a 2. Estos valores posteriormente se promediaron
- $n_1$  : Factor de corrección por eficiencia de energía transmitida del martillo al varillaje y al tomamuestras. Se obtiene como la relación entre las eficiencias medias de cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%, para USA del 60% y para Colombia del orden de 45%.
- $n_2$  : Factor de corrección por longitud del varillaje.
- $n_3$  : Factor de corrección por presencia de revestimiento. Debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1,0.
- $n_4$  : Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1,0

La corrección del número de golpes se muestra en la **Tabla B.1** del **Anexo B**, y la ecuación de la envolvente del relleno se ilustra en la **Figura B.1** del mismo anexo, así como los respectivos parámetros de resistencia. En ellas se observa la obtención de un sólo grupo de materiales producto de la interpretación simultánea y retroalimentada de la información geológica y de campo (plano y secciones), de los registros de exploración del subsuelo, de las propiedades físicas de los materiales y de las propiedades geomecánicas resultantes de este proceso. En la **Tabla 3** se resumen los resultados obtenidos.

**Tabla 3. Resumen de parámetros de resistencia en condición drenada a partir del SPT**

Nombre	Descripción	$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	Cohesión (ton/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
Qra2	Relleno Antrópico en Zona Minera	1,80	0	27,3

### c) Ensayos de laboratorio

Debido a la profusión de ensayos de laboratorio ejecutados por otras firmas, el enfoque que se le dio a este tópico en el presente estudio fue el de comprobar y validar de manera puntual (entiéndase en el sitio de deslizamiento) los valores encontrados, teniendo en cuenta que las otras campañas de exploración, si bien abarcan materiales similares, son de un contexto más general.

Así, simultáneamente con el avance de las perforaciones y los ensayos *in situ*, se llevó a cabo el muestreo de dos formas: Muestreo inalterado (bloque) y alterado (bolsa), los dos definidos como representativos de los estratos, y descriptivos tanto de las superficies libres expuestas, como del plano de deslizamiento (véase **Anexo B**).



En la **Tabla 4** se discriminan la cantidad y el tipo de ensayos de clasificación y resistencia, tanto los tomados de otros estudios como los ejecutados por el Consorcio. De esa forma con la “P” se hace mención a los ensayos ejecutados por la firma Geoingeniería en agosto de 2002, y con la “S”, los llevados a cabo por el Consorcio Constructores para el presente estudio.

**Tabla 4. Resumen de Ensayos de Laboratorio**

Sondeo	Muestra	Profundidad	LL (%)	LP (%)	W (%)	G (%)	A (%)	F (%)	$\gamma_t - \gamma_d$ (ton/m <sup>3</sup> )	USCS	qu (ton/m <sup>2</sup> )	Cohesión (ton/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ (°)
P5	4	5,25	29,0	12,7	9,3	-	-	-	2,16 -	SC	-	-	-
	5	6,75	21,6	11,6	9,9	-	-	-	2,39 -	SC	0,79	-	-
	7	9,75	-	-	12,6	-	-	-	2,30 -	SC	0,21	-	-
	11	15,75	39,8	17,3	16,3	-	-	-	1,99 -	SC	0,42	-	-
	14	24,75	24,6	13,2	9,7	-	-	-	-	SC	-	-	-
P6	5	3,25	24,5	12,3	8,0	-	-	-	-	SC	-	-	-
	8	5,25	16,0	11,8	13,6	-	-	-	2,04 -	SC	0,45	-	-
S1	3	3,25	-	-	10,6				1,933- 1,748	-	-	-	-
S2	3	1,95	-	-	16,9	-	-	-	2,060- 1,762	-	-	-	-
S-Bloque	1	3,60	-	-	5,2	-	-	-	1,773- 1,684	-	0,35	-	-
S-Bloque	2	3,60	-	-	8,1	-	36,5	63,5	1,749- 1,631	ML	-	0,26	22

### 3.3 Caracterización geomecánica

La caracterización geomecánica se basó principalmente en las siguientes fuentes:

- Información obtenida del estudio de Geoingeniería Ltda, 2002 (véase **Tabla 5**)
- Ensayos de penetración estándar SPT de la caracterización con SPT en las perforaciones realizadas para el presente proyecto (véase **Tabla 3**), y
- Aplicación de retroanálisis,

**Tabla 5, Parámetros de Resistencia obtenidos de diversas fuentes**

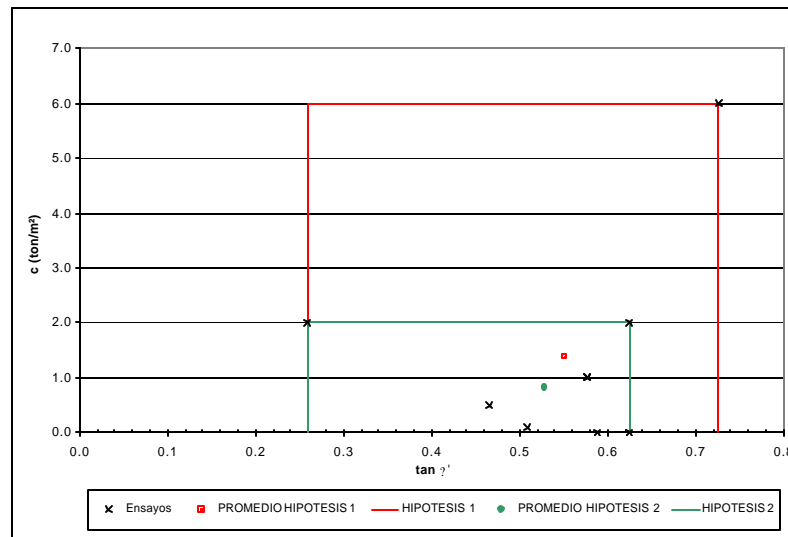
ESTUDIO	MATERIAL	PARÁMETROS DE RESISTENCIA		OBSERVACIONES
		COHESIÓN (T/M2)	FRICCIÓN (GRADOS)	
Consorcio Constructores	Relleno heterógeno compuesto por arenas, limos y arcillas, en proporciones variadas,	0,10	27,0	Caracterización con SPT, Presente estudio
Diamante – Samper Estabilidad Escombrera de Santa María, Junio /96	Material del botadero	2,00	14,5	Ensayos de laboratorio sobre una muestra y análisis retrospectivo
	Material del botadero	2,00	32,0	Corte directo
	Material del botadero	6,00	36,0	Corte directo

ESTUDIO	MATERIAL	PARÁMETROS DE RESISTENCIA		OBSERVACIONES
		COHESIÓN (T/M2)	FRICCIÓN (GRADOS)	
Cantillo (2002) para Fundación San Antonio	Material Lavado Compactado	1,00	30,0	Estudios Geotécnicos Para la Recuperación de los Taludes de Relleno y Manejo de los Taludes de Corte en las Minas de la Fundación San Antonio (Mayo de 2002).
Geoingeniería – FOPAE	Material de relleno areno-arcilloso, poco compacto	0,50	25,0	Evaluación de Riesgo por Remoción en Masa - Barrio México (2002)
	Relleno Compactado con arcillas, limos, arenas y gravas	0,50	15,5	
	Arcillas limosas, lentes de arena y limos	0,00	30,5	Caracterización con SPT Perforaciones 5 y 6 de la Evaluación de Riesgo por Remoción en Masa - Barrio México (2002)
	Limos, arcillas y arenas	0,00	32,0	

Fuente: Geoingeniería (2002)

En primera instancia la información de las **Tablas 3 y 5** se condensa de forma gráfica como relación  $c' - \tan \phi'$ . Con esta gráfica se definen tendencias en aras de realizar un análisis estadístico, insumo fundamental para establecer dos hipótesis de trabajo (véanse la **Tabla 6** y la **Figura 1**).

**Figura 1. Hipótesis 1 y 2 ( $c' - \tan \phi'$ ) a partir de la Compilación de Ensayos**



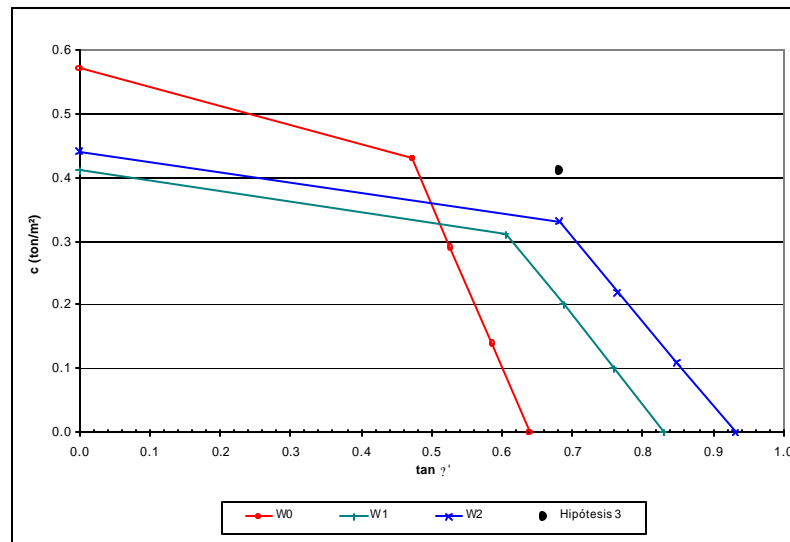
De otro lado, el retroanálisis emplea deslizamientos ocurridos con anterioridad como ensayos a escala natural. Ellos permiten deducir las propiedades de resistencia de los materiales involucrados, mediante el conocimiento de la geometría antes y después del movimiento, el mecanismo de falla y la condición de agua. Este conjunto evaluado para factor de seguridad igual a la unidad, es el que establece el marco de referencia que permite calcular los parámetros mencionados.

La geometría antes y después de la falla está definida por los trabajos topográficos de los años 2002 y 2004. El primero concierne a la sección TNJ-14 (Geoingeniería, 2002) y el segundo a la sección 2-2' (véase **Figura D.1**); una y otra están desfasadas tanto horizontal como verticalmente, por lo que para su compatibilización se recurrió a contrastar las características morfológicas (*i.e.* la cima de la ladera). En cuanto al posible mecanismo –aproximadamente circular– se deduce tanto de la geometría de la sección 2-2' como del tipo de material.

Por último, la condición de agua en el talud está regida por el máximo nivel del río (se escoge el de  $T_r=50$  años) y de la zona de recarga hacia atrás del talud en las proximidades del muro que delimita el barrio México y la planta de Cemex. Su modelación se realizó de tres formas. La primera, denominada W0, como la ausencia total del nivel de agua; la segunda, W1, describe el nivel de aguas máximas del río y su unión con la zona de recarga; y la tercera, W2, simula el desembalse rápido, en la que se mantiene un nivel de agua colgado en el interior de la masa.

Los resultados de la aplicación del retrocálculo se observan en la **Figura 2**. Ella permite obtener una tercera hipótesis de trabajo (véase la **Tabla 6**).

**Figura 2. Hipótesis 3 ( $c'$  -  $\tan \phi'$ ) a partir del retroanálisis**



**Tabla 6. Parámetros de resistencia obtenidos para las hipótesis de análisis**

HIPÓTESIS	$c$ (ton/m²)	$\phi'$ (grados)
1	1,40	28,83
2	0,83	27,86
3	0,41	34,30

En la **Tabla 7** se listan los intervalos de los parámetros geotécnicos para el Qra2 y la selección de los parámetros de resistencia de la hipótesis definitiva se sintetiza en el **numeral 4** como parte del análisis de estabilidad,

**Tabla 7, Parámetros geotécnicos del material Qra2**

Propiedad	Valor
Contenido de humedad, w (%)	8,0 – 16,3
Límite líquido, LL (%)	16,0 – 39,8
Límite plástico, LP (%)	11,6 – 17,3
Peso unitario húmedo (ton/m <sup>3</sup> )	1,78 – 2,39
qu (ton/m <sup>2</sup> )	0,21 – 0,79
USCS	SC

#### 4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Se evalúa con el programa PCSTABLE por el método de *Janbu* modificado, con generación aleatoria de superficies de falla circulares y las cuatro combinaciones posibles de los eventos extremos probables (lluvia y sismo,  $a_h=0,3g$  y  $a_v=0,1g$ ), Así, con los resultados de los aspectos anteriores (Topografía, geología y exploración del subsuelo), se efectuó el modelo geotécnico y se plasmó en las secciones 1-1' y 2-2' (véase **Plano D,2**), con el fin de evaluar y validar la hipótesis de trabajo, De este modo, la selección de los parámetros de resistencia promedio es el producto de la aplicación, tanto de las evidencias de campo como del sentido común,

De otro lado, cabe resaltar la aplicación de la formulación propuesta por Ishihara (1996), para deducir los valores de los parámetros geomecánicos en condición dinámica, y así realizar análisis pseudoestático, Su cálculo se hace a través de la siguiente expresión, cuyos resultados para las diferentes hipótesis se resumen en la **Tabla 8**,

$$c'_d = c'_e \frac{1}{1 + \frac{a}{g}}$$

donde:

- $\phi'_d$  = ángulo de fricción para la condición dinámica
- $\phi'_e$  = ángulo de fricción para la condición estática
- $c'_d$  = cohesión para la condición dinámica
- $c'_e$  = cohesión para la condición estática
- $a/g$  =

**Tabla 8, Parámetros de resistencia dinámicos**

HIPÓTESIS	c (ton/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ (grados)
1	2,24	28,83
2	1,33	27,86
3	0,66	34,30

La hipótesis 3, obtenida del retroanálisis, confiere para las superficies críticas de deslizamiento factores de seguridad inferiores a la unidad, valores que no concuerdan con la realidad -no hay inminencia de falla-. La superposición de las **Figuras 1 y 2**, deja entrever este hecho, al mostrar que las curvas obtenidas del retroanálisis son inferiores a los valores obtenidos por medio de ensayos, con parámetros de resistencia bajos. La hipótesis 2, otorga valores del factor de seguridad cercanos a la unidad (equilibrio inestable); si bien muestra un escenario más razonable, sigue sin evidenciar lo que se observa en campo. Por último, los factores de seguridad con la hipótesis 1 son superiores a la unidad para la conformación geométrica actual, por lo que se considera como cierta y se descartan las otras dos. La **Tabla 9** registra los resultados descritos y en las **Figuras C.1 a C.6** se pueden observar las superficies de falla críticas para las diferentes hipótesis y secciones.

**Tabla 9. F.S. para falla rotacional - parámetros promedio (ah= 0,3g y av= 0,1g)**

HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			??medio (°)	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
1	1-1'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,275
				1,40	Sin	Con	1,018
				Dinámica	Con	Sin	1,232
				2,24	Con	Con	0,835
2	1-1'	Qra2	27,9	Estática	Sin	Sin	0,987
				0,83	Sin	Con	0,785
				Dinámica	Con	Sin	0,985
				1,33	Con	Con	0,640
3	1-1'	Qra2	34,3	Estática	Sin	Sin	0,917
				0,41	Sin	Con	0,646
				Dinámica	Con	Sin	0,913
				0,66	Con	Con	0,562
1	2-2'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,336
				1,40	Sin	Con	1,029
				Dinámica	Con	Sin	1,224
				2,24	Con	Con	0,824
2	2-2'	Qra2	27,9	Estática	Sin	Sin	0,969
				0,83	Sin	Con	0,804
				Dinámica	Con	Sin	0,979
				1,33	Con	Con	0,627
3	2-2'	Qra2	34,3	Estática	Sin	Sin	0,779
				0,41	Sin	Con	0,632
				Dinámica	Con	Sin	0,775
				0,66	Con	Con	0,547

Con base en la **Tabla 9** se estableció que el mecanismo del fenómeno no es el deslizamiento como efecto puro de inestabilidad, sino que responde a una secuencia de eventos que empiezan con el aumento del nivel de agua en el río. Tal aumento ocasiona pérdida de confinamiento en la pata de la ladera, producto del trabajo en la masa -fenómeno de socavación lateral-, a su vez favorecido por las características granulométricas del material y la posición en el meandro (como ya se explicó). A medida que aumenta la socavación, el material suprayacente con gradiente negativo, se desploma por pérdida de confinamiento en la base, además, con carácter retrogresivo y potencializado por erosión debida a agua de escorrentía.

La explicación de esto último, es que con el desconfinamiento se presentan grietas de tracción hacia la corona del talud, con lavado y aumento de las presiones en el plano de la grieta por el agua.

El movimiento se puede estabilizar localmente, mediante la implementación de muros de contención como gaviones o concreto reforzado, o incluso tablestacas, pero, emplazar una estructura de estas traería consigo reducción de la sección hidráulica y aumentaría la socavación de fondo del cauce. De otro lado, plantear reductores de velocidad no solucionaría el problema en toda su magnitud, y por el contrario aumentaría las dificultades logísticas constructivas.

A la luz de estas evidencias, las medidas de estabilización desde el punto de vista geotécnico propenderán hacia la reconformación morfométrica y el manejo de la erosión superficial, y desde el hidráulico a la protección contra la socavación tanto lateral como de fondo.

## 5 ANÁLISIS HIDRÁULICO

Para el análisis se utilizó la información hidrológica e hidráulica del estudio de Geingeniería (ref. cit.). La información cartográfica se complementó con el análisis topográfico del deslizamiento y de los sitios de confluencia del río Tunjuelito y del canal de la quebrada Trompetas, realizado por el Consorcio Constructores.

Con los anteriores insumos, el propósito es presentar el análisis de la profundidad de socavación. Para determinarla se utilizó el método de Lischtvan – Levediev, que se basa en las siguientes formulaciones para suelos granulares (arenas) homogéneos:

$$H_s = \frac{0.68 C_f Ho^3}{dm^{0.28} z^{1/z}}$$

donde:

- $C_f$  Coeficiente de sección o de distribución de gastos  $s^{0.5}/n=1,69$
- $Ho$  Profundidad de flujo = 2,83 m
- $C_f$  Coeficiente de frecuencia. Esta en función del período de retorno ( $Tr=50$  años)= 0,96
- $dm$  Diámetro medio de las partículas de material granular = 6,55 mm
- $z$  Exponente función del diámetro medio de las partículas del material granular = 0,36

De la aplicación de ésta fórmula con los valores indicados se obtiene una altura de socavación de  $H_s = 4,9$  m aproximadamente.

## 6 MEDIDAS RECOMENDADAS

Con el fin de estabilizar el relleno ubicado en la margen izquierda del río Tunjuelito se proponen obras de tipo no estructural y estructural que se pueden observar en el **Plano D.2.**

## 6.1 Obras no estructurales

Mantenimiento y conformación del sitio de confluencia del río Tunjuelito con el canal de la quebrada Trompetas, que consiste en el dragado de la zona de depositación de sedimentos y la excavación de la margen derecha del río al sesgo con pendiente de 45°, en una franja de 2,0 metros de ancho y 30 m de largo aproximadamente, con el fin de aumentar la sección hidráulica del río y así reducir la velocidad de flujo aguas abajo de la misma, lo que permitirá mitigar el proceso de erosión lateral del relleno ubicado en el meandro del río Tunjuelito.

Igualmente, reconformación morfométrica de la ladera, con taludes 1H:1V a partir de la cota 2658,60 hacia la corona, que se revegetalizará mediante el empleo de semillas de pasto kikuyo; y con descarga desde la misma cota hacia la pata, con 0,50 m de espesor promedio con el fin de suavizar las pendientes y eliminar los gradientes negativos.

En las **Figuras C.7** y **C.8**, se visualizan las superficies de falla críticas para la nueva configuración, mientras que en la **Tabla 10** se relacionan los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad. En ella también se puede corroborar la bondad de la acción recomendada al no ir en detrimento ni de la condición de estabilidad ni del arreglo paisajístico (véase la **Tabla 9**).

**Tabla 10. Factores de Seguridad - falla rotacional para reconformación morfométrica (ah= 0,3g y av= 0,1g)**

SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
		ángulo medio (°)	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
1-1'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,389
			1,40	Sin	Con	1,029
			Dinámica	Con	Sin	1,256
			2,24	Con	Con	0,845
2-2'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,466
			1,40	Sin	Con	1,036
			Dinámica	Con	Sin	1,243
			2,24	Con	Con	0,777

## 6.2 Obras estructurales

Dentro de las obras estructurales se tienen dos opciones, bolsacretos o enrocado, ya que son soluciones económicas y tienen muchas ventajas sobre otros tipos de protección, como son su carácter flexible, facilidad de reparación, no requerir cimentaciones especiales, apariencia natural –después de un período de tiempo la vegetación crece entre ellos–, lo que favorece además su estabilidad.

De ambas, se propone la utilización de bolsacretos, por las bondades mostradas en obras aledañas al sector hacia aguas abajo (véase la **Fotografía 2**) y por su facilidad de manejo. No obstante, a continuación, además de las consideraciones básicas que se deben tener para la construcción de los bolsacretos, también se

muestra el cálculo del diámetro del enrocado, para que DPAE tenga elementos de juicio adicionales, en caso de requerirlos.

### **Bolsacreto**

Bolsas dispuestas a lo largo del talud en contacto unos con otros, de dimensiones 2,4 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,35 de espesor, rellenos de mortero que debe hacerse con una mezcla de cemento con el 15% en peso como mínimo, por lo que la máxima cantidad de arena seca será del 85%. La primera hilada debe ubicarse por debajo del nivel de socavación calculado y levantarse con una pendiente máxima de 1H:1V. La protección debe alcanzar como mínimo el nivel máximo de aguas (Tr = 50 años).

Se requiere de un geotextil NT1600 entre la ladera y los bolsacretos y cuyos bordes deberán enterrarse por debajo de la profundidad de la socavación general, esto con el fin de garantizar una protección más efectiva.

La técnica de colocación es similar a la de un muro de mampostería en ladrillo cuidando que las hiladas sean horizontales y trabadas. Para proporcionar continuidad y mayor resistencia se colocan barras de trabazón adyacentes a través de los sacos antes de que la mezcla fragüe.



**FOTOGRAFIA 2. Utilización de Bolsacretos hacia aguas abajo del deslizamiento**

### **Enrocado**

Para calcular el diámetro del enrocado se utilizó el criterio de inicio de movimiento de Shields que permite calcular el tamaño crítico de la partícula,

El esfuerzo cortante medio es igual a:



$$\tau_o = \gamma_w R_h S$$

donde:

- $\gamma_w$  Peso específico del agua = 9810 N / m<sup>3</sup>
- $R_h$  Radio hidráulico 2,4 m
- $S$  Pendiente del tramo = 0,0035
- $\tau_o$  Esfuerzo cortante medio = 82,40 Pa

Tamaño crítico de la partícula es:

$$d_s = \frac{\tau_o}{\gamma_s - \gamma_w} \frac{1}{g} \frac{1}{K_s}$$

donde:

- $\tau_o$  Esfuerzo cortante medio = 82,40 Pa
- $\gamma_s$  Densidad del enrocado = 1800 kg / m<sup>3</sup>
- $\gamma_w$  Densidad del agua = 1000 Kg / m<sup>3</sup>
- $g$  Gravedad = 9,81 m / s<sup>2</sup>
- $K_s$  Parámetro crítico de Shields para flujos completamente rugoso = 0,06

Al realizar los cálculos se obtiene un diámetro aproximado de 17,5 cm para el inicio del movimiento por lo que se toma un diámetro promedio del enrocado de 20 cm para garantizar la estabilidad al paso de la creciente de 50 años.

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica (**Anexo A**), investigación del subsuelo (**Anexo B**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo C**), los planos (**Anexo D**), las especificaciones técnicas (**Anexo E**), cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo F**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo G**). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de fotografías tomadas en el sitio de los trabajos.

## 7 FUENTES DE CONSULTA

Cantillo R., Carlos H. (2002) para Fundación San Antonio. Informe No. 2 de Emergencia por Avenidas e Inundaciones del río Tunjuelito. Bogotá, Colombia.

Geoingeniería Ltda. (2002) para FOPAE. Estudio de Evaluación de Riesgos para los Barrios México y Villa Jacqui por Inestabilidad en los Taludes Aledaños a las Gravilleras, e Inundación para los Barrios Tunjuelito y Meissen por desbordamiento del Río Tunjuelito debido al Embalsamiento Actual de las Aguas dentro de las Gravilleras, Localidades de Ciudad Bolívar y Tunjuelito. Bogotá, Colombia.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**CARLOS H. CANTILLO R.**  
 Director de Consultoría

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO**



**CALCULO DETALLES MEXICO**

16 de octubre de 2004

Est	Punto	Dist. Inclina	Dist. H	Ang. Vert.			P	HTR	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			m	g	m	s	g	m	s	Norte	
	63	64,88	64,841	88	0	6	1,43		153	27	24	0	17	22	95510,848	93750,159	2661,410
	64	67,54	67,443	86	55	54	1,43		152	36	30	359	26	28	95513,448	93749,174	2662,759
	65	76,67	76,501	86	11	36	1,43		154	33	12	1	23	10	95522,487	93751,682	2664,228
	66	74,59	74,461	86	37	30	1,43		155	51	0	2	40	58	95520,387	93753,317	2663,533
	67	70,84	70,748	87	4	48	1,43		155	16	18	2	6	16	95516,709	93752,429	2662,753
	68	68,61	68,589	88	34	0	1,43		156	45	12	3	35	10	95514,462	93754,122	2660,865
	69	67,3	67,300	90	7	18	1,43		159	18	18	6	8	16	95512,922	93757,027	2659,006
	70	68,28	68,232	92	9	0	1,43		161	39	0	8	28	58	95513,494	93759,896	2656,590
	71	72,79	72,760	91	38	30	1,43		164	53	18	11	43	16	95517,251	93764,613	2657,065
	72	72,25	72,170	92	42	0	1,43		165	40	48	12	30	46	95516,464	93765,468	2655,750
	73	70,81	70,649	93	52	12	2,57		166	10	48	13	0	46	95514,843	93765,739	2653,241
	74	80,81	80,626	93	52	12	2,57		170	0	0	16	49	58	95523,180	93773,179	2652,568
	75	70,92	70,848	92	35	0	2,57		165	41	0	12	30	58	95515,172	93765,185	2654,816
	76	66,53	66,358	94	7	0	2,57		163	25	48	10	15	46	95511,305	93761,654	2653,246
	77	66,72	66,661	92	24	48	2,57		163	5	30	9	55	28	95511,672	93761,320	2655,202
	78	16,1	15,708	102	40	0	2,57		130	40	24	337	30	22	95460,521	93743,822	2654,565
	79	16,48	16,092	102	27	12	2,57		135	0	0	341	49	58	95461,298	93744,814	2654,539
	80	15,07	14,628	103	55	0	2,57		140	6	42	346	56	40	95460,258	93746,527	2654,491
	81	9,14	8,232	115	45	42	2,57		167	35	54	14	25	52	95453,980	93751,883	2654,432
	82	8,21	7,506	113	54	24	4		182	33	30	29	23	28	95452,548	93753,515	2653,538
	83	7,21	6,591	113	54	24	2,57		182	33	30	29	23	28	95451,751	93753,066	2655,338
	84	9,96	9,555	106	24	0	2,57		148	1	48	354	51	46	95455,525	93748,976	2655,312
	85	14,82	14,610	99	40	0	2,57		134	51	0	341	40	58	95459,878	93745,240	2655,556
	86	9,88	9,680	101	33	12	2,57		113	26	54	320	16	52	95453,454	93743,646	2656,071
	87	4,92	4,500	113	50	0	2,57		195	18	0	42	7	58	95449,346	93752,851	2656,191
	88	5,56	5,336	106	20	0	2,57		126	46	36	333	36	34	95450,788	93747,460	2656,509
	89	11,72	11,485	101	30	0	1,43		82	2	0	288	51	58	95449,722	93738,964	2656,860
	90	9,65	9,577	97	4	18	1,43		73	52	12	280	42	10	95447,787	93740,421	2657,970
	91	12	11,980	93	18	0	1,43		63	21	30	270	11	28	95446,048	93737,851	2658,460
	92	23,55	23,538	91	51	0	1,43		29	0	0	235	49	58	95432,789	93730,356	2658,390
	93	10,26	10,248	87	13	36	2,57		54	49	30	261	39	28	95444,521	93739,692	2658,505
	94	15,95	15,938	87	46	42	2,57		32	38	0	239	27	58	95437,911	93736,104	2658,627
	95	25,4	25,387	88	9	30	2,57		22	41	30	229	31	28	95429,529	93730,520	2658,825
	96	45,15	45,066	86	30	42	1,43		7	33	0	214	22	58	95408,816	93724,382	2661,891
	97	36,15	36,083	86	30	0	1,43		12	28	6	219	18	4	95418,087	93726,977	2661,352
	98	23,63	23,591	86	43	0	1,43		15	45	42	222	35	40	95428,641	93733,865	2660,501
	99	13,73	13,709	86	51	52	1,43		25	25	42	232	15	40	95437,617	93738,990	2659,899
	100	6,33	6,323	87	21	0	1,43		58	24	42	265	14	40	95445,484	93743,530	2659,442
	101	3,28	3,280	89	49	12	1,43		82	29	42	289	19	40	95447,094	93746,736	2659,160
	102	2,1	2,093	85	27	48	1,43		257	31	18	104	21	16	95445,489	93751,860	2659,315
	103	4,44	4,432	86	28	30	1,43		313	48	42	160	38	40	95441,827	93751,300	2659,422
	104	7,66	7,656	88	5	42	1,43		350	19	48	197	9	46	95438,693	93747,572	2659,404
	105	35,3	35,235	86	30	36	1,43		359	11	54	206	1	52	95414,348	93734,368	2661,294
D-2	D-1																
	106	24,86	24,642	97	35	30	2,57	1,46	333	35	30	43	3	46	95452,732	93736,533	2654,323
	107	24,79	24,725	94	8	24	2,57		334	53	18	44	21	34	95452,406	93736,994	2655,793
	108	23,73	23,551	97	3	6	2,57		341	20	42	50	48	58	95449,608	93737,962	2654,687
	109	21,59	21,442	96	43	0	2,57		344	30	42	53	58	58	95447,336	93737,050	2655,070
	110	9,85	9,745	98	22	36	2,57		28	23	0	97	51	16	95433,396	93729,361	2656,158
	111	9,36	9,207	100	21	48	2,57		38	28	42	107	56	58	95431,891	93728,467	2655,922
	112	5,96	5,773	104	22	42	2,57		32	34	36	102	2	52	95433,523	93725,354	2656,144
	113	5,49	5,446	97	14	30	2,57		43	36	54	113	5	10	95432,593	93724,718	2656,892
	114	6,22	6,220	89	54	30	2,57		43	24	30	112	52	46	95432,310	93725,438	2657,588
	115	10,08	10,080	90	8	6	2,57		46	22	0	115	50	16	95430,335	93728,780	2657,554
	116	10,62	10,620	90	4	36	2,57		30	36	34	100	4	50	95432,869	93730,164	2657,564
	117	7,23	7,224	92	23	36	1,43		45	6	18	114	34	34	95431,724	93726,277	2658,416
	118	12,88	12,879	90	37	42	1,43		104	51	30	174	19	46	95421,912	93720,980	2658,577
	119	14,71	14,710	90	16	24	1,43		135	1	18	204	29	34	95421,342	93713,609	2658,648
	120	1,22	1,203	99	34	12	1,43		21	31	18	90	59	34	95434,707	93720,910	2658,518
	121	1,7	1,700	91	5	48	1,43		249	12	6	318	40	22	95436,004	93718,585	2658,686
	122	3,72	3,720	90	41	48	1,43		293	7	6	2	35	22	95438,444	93719,876	2658,673
	123	3,82	3,468	114	48	0	2,57		307	53	0	17	21	16	95438,038	93720,742	2656,124
	124	2,6	1,907	132	49	0	2,57		300	40	30	10	8	46	95436,605	93720,043	2656,282
	125	3,36	2,782	124	6	12	2,57		13	36	48	83	5	4	95435,063	93722,469	2656,018
	126	3,86	3,728	105	0	0	2,57		21	56	30	91	24	46	95434,636	93723,435	2656,613
	127	14,47	14,362	96	59	42	2,57		315	31	30	24	59	46	95447,745	93725,776	2655,829
	128	14,82	14,685	97	45	0	2,57		326	13	30	35	41	46	95446,654	93728,276	2655,598
	129	16,03	15,894	97	27	42	2,57		325	21	42	34	49	58	95447,774	93728,786	2655,514

**CALCULO DETALLES MEXICO**

16 de octubre de 2004

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P	HTR	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
	130	15,71	15,575	97	31	36	2,57		315	57	18	25	25	34	95448,794	93726,394	2655,538
	131	19,29	19,147	96	58	30	2,57		316	41	18	26	9	34	95451,914	93728,149	2655,253
	132	23,46	23,270	97	18	0	2,57		323	32	24	33	0	40	95454,241	93732,385	2654,621
	133	31,12	30,925	96	24	54	2,57		325	9	54	34	38	10	95460,173	93737,284	2654,123
	134	31,1	30,931	95	59	0	1,43		323	56	0	33	24	16	95460,549	93736,736	2655,494
	135	26,57	26,405	96	23	18	1,43		323	57	12	33	25	28	95456,766	93734,252	2655,780
	136	23,37	23,236	96	9	0	1,43		321	19	0	30	47	16	95454,689	93731,601	2656,229
	137	21,74	21,682	94	12	0	1,43		316	25	54	25	54	10	95454,231	93729,179	2657,130
	138	19,26	19,214	93	57	18	1,43		316	34	30	26	2	46	95451,991	93728,144	2657,393
	139	19,36	19,357	91	1	24	1,43		313	22	6	22	50	22	95452,567	93727,221	2658,372
	140	19,28	19,277	90	56	48	1,43		309	41	18	19	9	34	95452,938	93726,034	2658,400
	141	10,6	10,598	91	1	9	1,43		301	42	0	11	10	16	95445,126	93721,761	2658,530
	142	4,51	4,505	92	36	36	1,43		277	20	36	346	48	52	95439,115	93718,680	2658,513
	143	2,97	2,948	83	3	45	1,43		209	57	18	279	25	34	95435,211	93716,799	2659,074
	144	7,81	7,808	88	36	33	1,43		151	8	54	220	37	10	95428,802	93714,624	2658,908
	145	13,26	13,259	89	9	42	1,43		142	28	48	211	57	4	95423,478	93712,691	2658,912
	146	14,08	13,948	82	8	12	1,43		155	57	42	225	25	58	95424,940	93709,771	2660,626
	147	5,77	5,466	71	19	36	1,43		221	45	30	291	13	46	95436,707	93714,612	2660,468
	148	13,17	13,075	83	7	36	1,43		291	35	42	1	3	58	95447,801	93719,951	2660,283
	149	20,2	20,169	86	50	18	1,43		302	43	42	12	11	58	95454,442	93723,970	2659,831
	150	24,1	24,094	88	45	0	1,43		305	30	0	14	58	16	95458,004	93725,932	2659,244
	151	28,9	28,895	88	59	12	1,43		308	46	42	18	14	58	95462,170	93728,756	2659,229
	152	33,26	33,258	89	19	18	1,43		310	1	36	19	29	52	95466,079	93730,808	2659,112
	153	39	38,946	86	59	0	1,43		309	52	0	19	20	16	95471,477	93732,604	2660,768
	154	44,08	43,993	86	24	18	1,43		308	27	30	17	55	46	95476,585	93733,251	2661,477
	155	51,08	50,990	86	36	0	1,43		305	52	18	15	20	34	95483,901	93733,199	2661,742
	156	58,54	58,391	85	54	42	1,43		304	5	18	13	33	34	95491,492	93733,397	2662,881
	157	68,12	67,916	85	33	54	1,43		304	55	0	14	23	16	95500,514	93736,583	2663,970
	158	71,3	71,148	86	15	48	1,43		306	48	12	16	16	28	95503,026	93739,646	2663,355
	159	68,76	68,618	86	18	50	1,43		306	47	12	16	15	28	95500,602	93738,918	2663,130
	160	57,98	57,897	86	55	30	3		309	19	18	18	47	34	95489,538	93738,359	2660,254
	161	53,81	53,701	86	21	18	2,57		307	21	18	16	49	34	95486,130	93735,252	2660,992
D-3	D-1																
	M46	5,45	5,449	91	5	24	1,43	1,36	44	50	12	224	44	10	95522,418	93745,855	2666,005
	162	24,65	23,981	103	23	0	2,57		6	30	0	186	23	58	95502,457	93747,018	2659,418
	163	21,53	21,020	102	29	30	2,57		5	23	30	185	17	28	95505,358	93747,752	2660,422
	164	19,03	18,607	102	6	24	2,57		2	45	36	182	39	34	95507,702	93748,827	2661,066
	165	21,64	21,618	92	36	30	1,43		32	34	0	212	27	58	95508,050	93738,086	2665,125
	166	10,6	10,594	92	0	0	1,43		31	4	30	210	58	28	95517,206	93744,239	2665,739
	167	4,04	4,038	91	48	36	1,43		27	48	0	207	41	58	95522,713	93747,814	2665,981
	168	6,95	6,950	90	3	6	1,43		220	55	0	40	48	58	95531,548	93754,233	2666,103
	169	14,45	14,449	89	16	42	1,43		217	42	12	37	36	10	95537,736	93758,507	2666,291
	170	12,12	12,117	88	40	48	1,43		200	51	48	20	45	46	95537,618	93753,986	2666,388
	171	5	4,999	88	56	6	1,43		176	26	24	356	20	22	95531,278	93749,371	2666,202
	172	8,86	8,853	92	18	48	1,43		53	11	12	233	5	10	95520,971	93742,612	2665,752
	173	21,37	21,352	92	22	36	1,43		38	30	48	218	24	46	95509,558	93736,424	2665,223
	174	34,49	34,394	94	16	36	1,43		33	43	6	213	37	4	95497,647	93730,648	2663,544
	175	36,31	36,181	94	50	0	2,57		40	41	30	220	35	28	95498,814	93726,149	2661,920
	176	27,17	27,013	96	10	18	2,57		50	41	30	230	35	28	95509,140	93728,820	2662,065
	177	15,45	15,209	100	8	0	2,57		82	43	36	262	37	34	95524,337	93734,607	2662,293
	178	13,68	13,495	99	26	12	2,57		152	20	42	332	14	40	95538,231	93743,406	2662,756
	179	20,21	20,112	95	39	18	2,57		183	31	12	3	25	10	95546,364	93750,890	2662,987
	180	67,04	66,914	93	30	48	2,57		138	22	0	318	15	58	95576,223	93705,148	2660,868
	181	44,66	44,527	94	25	36	2,57		80	11	12	260	5	10	95518,623	93705,829	2661,532

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENO**  
**TOPOGRAFO**

608	95689,524	93056,78	2642,35
1000	95446,008	93749,8314	2659,18939
9000	95364,621	93708,6538	2644,48495
2000	95434,728	93719,7075	2658,68811
3000	95526,289	93749,6905	2666,17887
1	95509,083	93750,0602	2660,92522
2	95510,876	93752,9334	2660,19778
3	95510,546	93754,6891	2659,02326
4	95510,054	93755,6068	2658,37313
5	95509,112	93756,3149	2656,08742
6	95508,882	93757,4116	2656,37597
7	95511,163	93758,8853	2656,60128
8	95511,733	93760,7075	2655,66285
9	95510,113	93759,4953	2654,32241
10	95508,549	93757,9405	2654,58557
11	95507,118	93755,9466	2654,39316
12	95508,434	93755,2118	2655,92479
13	95509,928	93755,0186	2656,37073
14	95510,528	93752,9243	2656,71858
15	95509,934	93750,6193	2656,89967
16	95507,824	93749,3094	2656,61463
17	95505,535	93749,0862	2656,30354
18	95502,364	93748,8554	2655,73593
19	95501,624	93749,3828	2655,37329
20	95500,684	93750,0695	2654,65083
21	95499,234	93749,7071	2654,67816
22	95499,626	93749,1119	2657,15407
23	95497,942	93750,0062	2653,75094
24	95500,342	93750,5833	2653,83426
25	95502,673	93752,0193	2653,72137
26	95503,412	93754,2898	2653,67902
27	95505,009	93755,235	2653,76818
28	95506,740	93757,3147	2653,47107
29	95508,356	93758,8801	2653,54154
30	95505,564	93755,2858	2654,46952
31	95505,308	93754,9094	2654,68189
32	95504,032	93753,3391	2654,7679
33	95503,617	93751,9399	2654,74288
34	95503,354	93750,5983	2654,64143
35	95502,011	93750,116	2654,72868
36	95500,881	93749,1445	2655,37651
37	95503,325	93749,6358	2655,12785
38	95505,259	93751,1185	2655,44154
39	95506,896	93753,013	2655,33569
40	95509,325	93753,3061	2656,10977
41	95508,267	93751,2527	2656,23437
42	95505,885	93749,7769	2656,02416

43	95509,851	93751,3354	2656,43614
44	95493,163	93747,7254	2653,38824
45	95493,663	93748,2126	2655,12751
46	95484,988	93745,3416	2654,36012
47	95485,039	93745,0433	2654,73942
48	95476,443	93743,5071	2653,83095
49	95476,008	93742,663	2654,82544
50	95469,923	93743,7725	2654,13457
51	95469,509	93743,4514	2655,15498
52	95466,630	93743,3925	2653,97674
53	95466,718	93743,0315	2655,20823
54	95464,772	93741,4542	2654,25877
55	95465,041	93741,3194	2655,28496
56	95469,343	93739,1469	2656,08095
57	95473,504	93740,1342	2656,15918
58	95480,923	93741,8004	2655,34238
59	95488,749	93744,2408	2655,16529
60	95511,934	93750,5845	2661,45031
61	95511,884	93751,1436	2661,46805
62	95511,546	93753,0744	2660,38429
63	95510,848	93750,159	2661,41041
64	95513,448	93749,1736	2662,75942
65	95522,487	93751,682	2664,22828
66	95520,387	93753,3167	2663,53295
67	95516,709	93752,4294	2662,75341
68	95514,462	93754,1216	2660,86505
69	95512,922	93757,0271	2659,00648
70	95513,494	93759,8965	2656,58962
71	95517,251	93764,6125	2657,06492
72	95516,464	93765,4676	2655,74973
73	95514,843	93765,7393	2653,24112
74	95523,180	93773,179	2652,56773
75	95515,172	93765,1852	2654,81611
76	95511,305	93761,654	2653,24569
77	95511,672	93761,3204	2655,20243
78	95460,521	93743,8217	2654,56493
79	95461,298	93744,814	2654,53919
80	95460,258	93746,5271	2654,49129
81	95453,980	93751,8829	2654,43172
82	95452,548	93753,515	2653,53775
83	95451,751	93753,0663	2655,33823
84	95455,525	93748,9759	2655,31169
85	95459,878	93745,24	2655,55621
86	95453,454	93743,6458	2656,07072
87	95449,346	93752,8506	2656,19086
88	95450,788	93747,4598	2656,50889
89	95449,722	93738,9637	2656,85971

90	95447,787	93740,4214	2657,97041
91	95446,048	93737,8514	2658,45977
92	95432,789	93730,3563	2658,38952
93	95444,521	93739,6919	2658,50524
94	95437,911	93736,1036	2658,62724
95	95429,529	93730,5201	2658,82527
96	95408,816	93724,3816	2661,89147
97	95418,087	93726,9769	2661,35218
98	95428,641	93733,8648	2660,50055
99	95437,617	93738,9899	2659,89928
100	95445,484	93743,53	2659,44175
101	95447,094	93746,7363	2659,1597
102	95445,489	93751,8595	2659,31498
103	95441,827	93751,3002	2659,42187
104	95438,693	93747,5723	2659,40389
105	95414,348	93734,3684	2661,29427
106	95452,732	93736,5331	2654,32259
107	95452,406	93736,9944	2655,7931
108	95449,608	93737,962	2654,68695
109	95447,336	93737,0505	2655,07029
110	95433,396	93729,361	2656,15847
111	95431,891	93728,4667	2655,92181
112	95433,523	93725,3536	2656,14446
113	95432,593	93724,7175	2656,89159
114	95432,310	93725,4381	2657,58806
115	95430,335	93728,7798	2657,55436
116	95432,869	93730,1635	2657,5639
117	95431,724	93726,2768	2658,41646
118	95421,912	93720,9801	2658,57688
119	95421,342	93713,6091	2658,64794
120	95434,707	93720,9103	2658,51811
121	95436,004	93718,5851	2658,68558
122	95438,444	93719,8755	2658,67289
123	95438,038	93720,7418	2656,12357
124	95436,605	93720,0434	2656,28189
125	95435,063	93722,4694	2656,01818
126	95434,636	93723,4348	2656,61311
127	95447,745	93725,7764	2655,82903
128	95446,654	93728,2758	2655,59788
129	95447,774	93728,786	2655,51404
130	95448,794	93726,3944	2655,53803
131	95451,914	93728,1489	2655,25294
132	95454,241	93732,3849	2654,62134
133	95460,173	93737,2842	2654,12287
134	95460,549	93736,7362	2655,49394
135	95456,766	93734,2523	2655,78012
136	95454,689	93731,6008	2656,22885



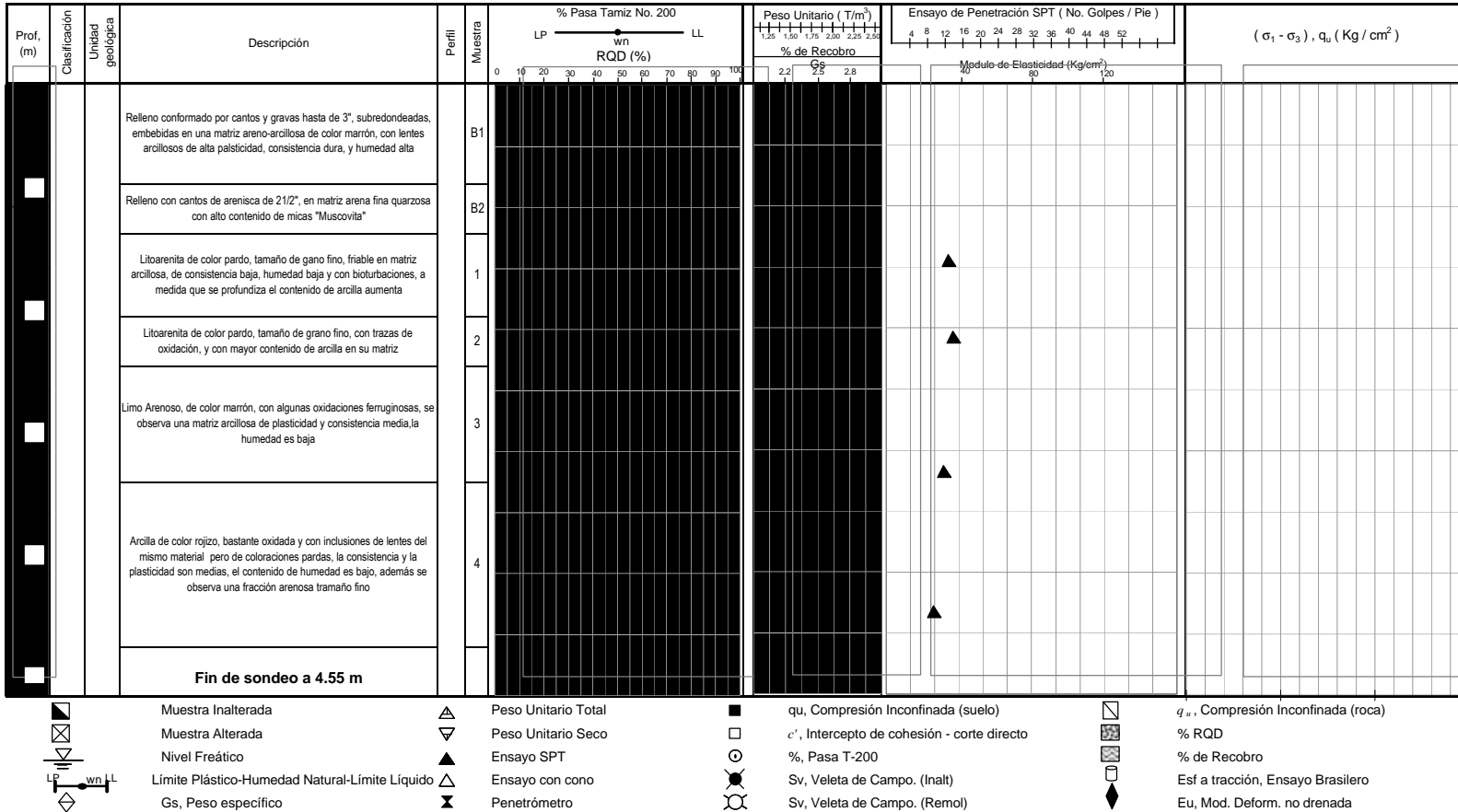
137	95454,231	93729,179	2657,13019
138	95451,991	93728,1443	2657,39286
139	95452,567	93727,2209	2658,37241
140	95452,938	93726,0343	2658,39962
141	95445,126	93721,7608	2658,5296
142	95439,115	93718,6798	2658,51295
143	95435,211	93716,799	2659,07422
144	95428,802	93714,6244	2658,90762
145	95423,478	93712,6911	2658,9121
146	95424,940	93709,7708	2660,62629
147	95436,707	93714,6122	2660,46826
148	95447,801	93719,9508	2660,2829
149	95454,442	93723,9695	2659,83052
150	95458,004	93725,9318	2659,24373
151	95462,170	93728,7562	2659,22913
152	95466,079	93730,8079	2659,11185
153	95471,477	93732,6039	2660,7677
154	95476,585	93733,2506	2661,47664
155	95483,901	93733,1991	2661,74215
156	95491,492	93733,3975	2662,88106
157	95500,514	93736,5835	2663,96993
158	95503,026	93739,646	2663,35492
159	95500,602	93738,9177	2663,12958
160	95489,538	93738,3586	2660,25386
161	95486,130	93735,2522	2660,99213
2046	95522,418	93745,8553	2666,00521
162	95502,457	93747,0177	2659,4182
163	95505,358	93747,7521	2660,42222
164	95507,702	93748,8272	2661,06643
165	95508,050	93738,0862	2665,12509
166	95517,206	93744,2385	2665,73916
167	95522,713	93747,8136	2665,98132
168	95531,548	93754,2333	2666,1026
169	95537,736	93758,507	2666,29085
170	95537,618	93753,9859	2666,38799
171	95531,278	93749,3714	2666,20178
172	95520,971	93742,6124	2665,75153
173	95509,558	93736,4243	2665,22344
174	95497,647	93730,6483	2663,54402
175	95498,814	93726,1492	2661,92035
176	95509,140	93728,8197	2662,06481
177	95524,337	93734,6073	2662,293
178	95538,231	93743,406	2662,75628
179	95546,364	93750,8901	2662,9871
180	95576,223	93705,1478	2660,86832
181	95518,623	93705,8287	2661,53215

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

### Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

PROYECTO: DIAGNÓSTICO PLANTA CEMEX - BARRIO MEXICO  
 LOCALIZACIÓN: CONFLUENCIA QUEBRADA LA TROMPETA - RIO TUNJUELITO  
 COORDENADAS:

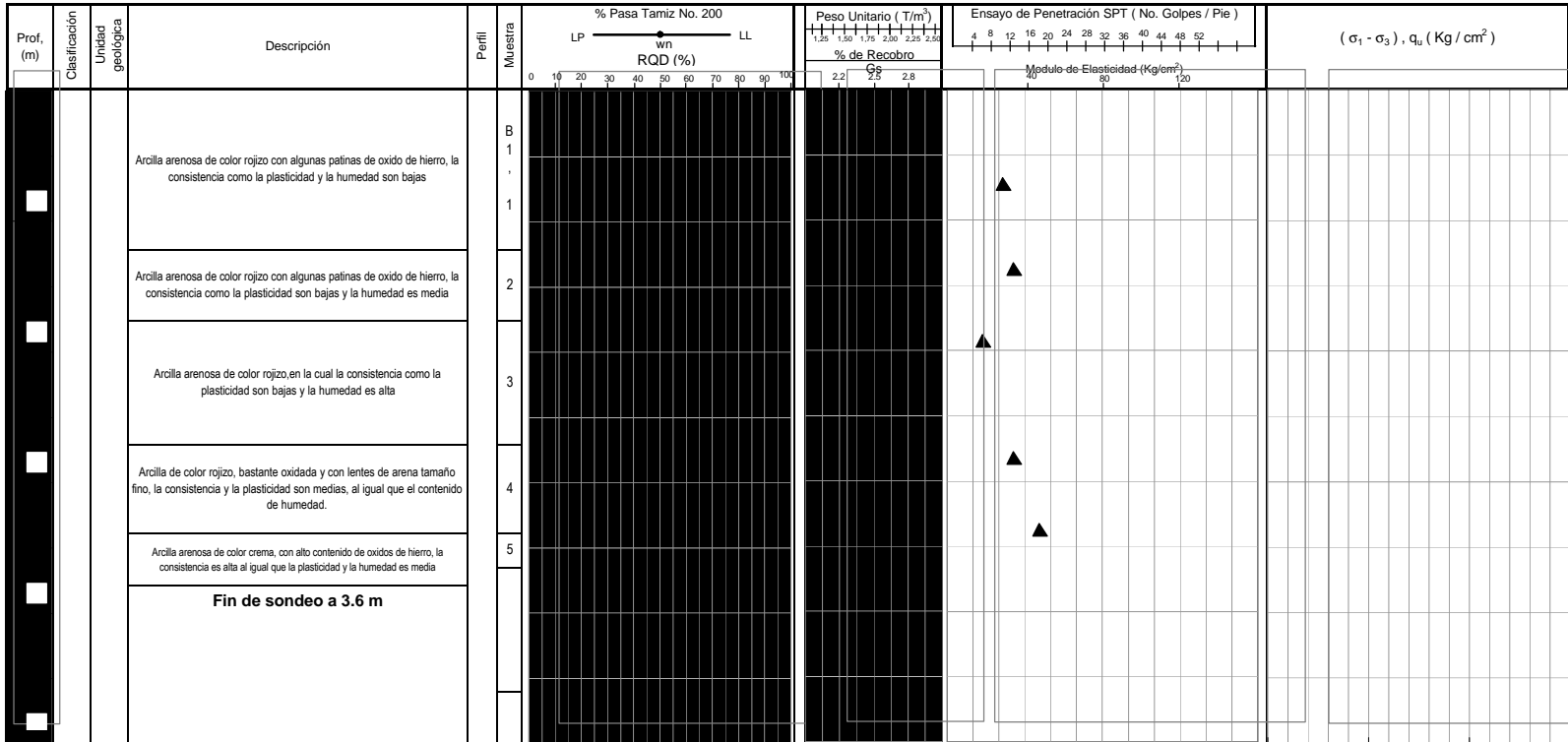
SONDEO No: 1  
 FECHA: OCTUBRE DE 2004



### Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

PROYECTO: DIAGNÓSTICO PLANTA CEMEX - BARRIO MEXICO  
 LOCALIZACIÓN: CONFLUENCIA QUEBRADA LA TROMPETA - RIO TUNJUELITO  
 COORDENADAS:

SONDEO No: 2  
 FECHA: OCTUBRE DE 2004



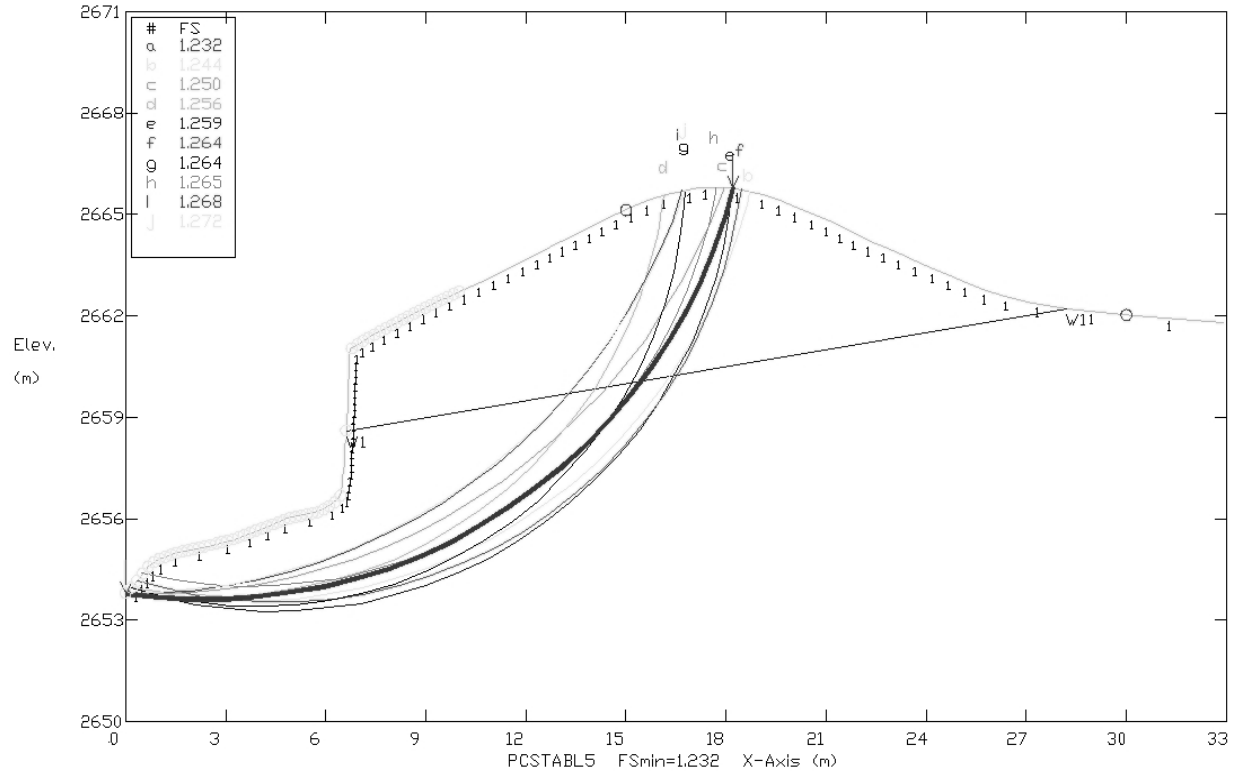
- |  |  |  |                     |  |   |  |  |
|--|--|--|---------------------|--|---|--|--|
|  | Muestra Inalterada                             |  | Peso Unitario Total |  | q <sub>u</sub> , Compresión Inconfinada (suelo) |  | q <sub>u</sub> , Compresión Inconfinada (roca) |
|  | Muestra Alterada                               |  | Peso Unitario Seco  |  | c', Intercepto de cohesión - corte directo      |  | % RQD  |
|  | Nivel Freático                                 |  | Ensayo SPT          |  | %, Pasa T-200                                   |  | % de Recobro                                   |
|  | Límite Plástico-Humedad Natural-Límite Líquido |  | Ensayo con cono     |  | Sv, Veleta de Campo. (Inalt)                    |  | Esf a tracción, Ensayo Brasileiro              |
|  | Gs, Peso específico                            |  | Penetrómetro        |  | Sv, Veleta de Campo. (Remol)                    |  | Eu, Mod. Deform. no drenada                    |



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

**Figura C.1 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 1**

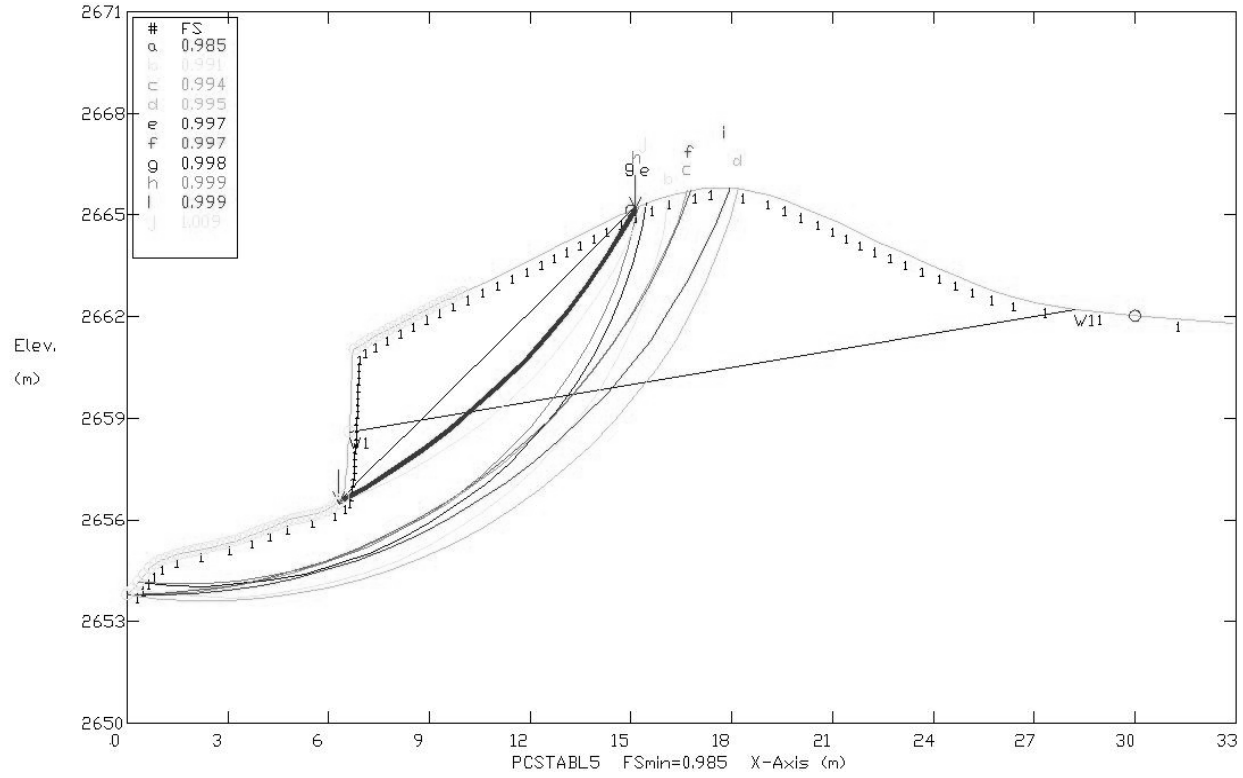
**Sección 1-1'**



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1

**Figura C.2 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 2**

**Sección 1-1'**

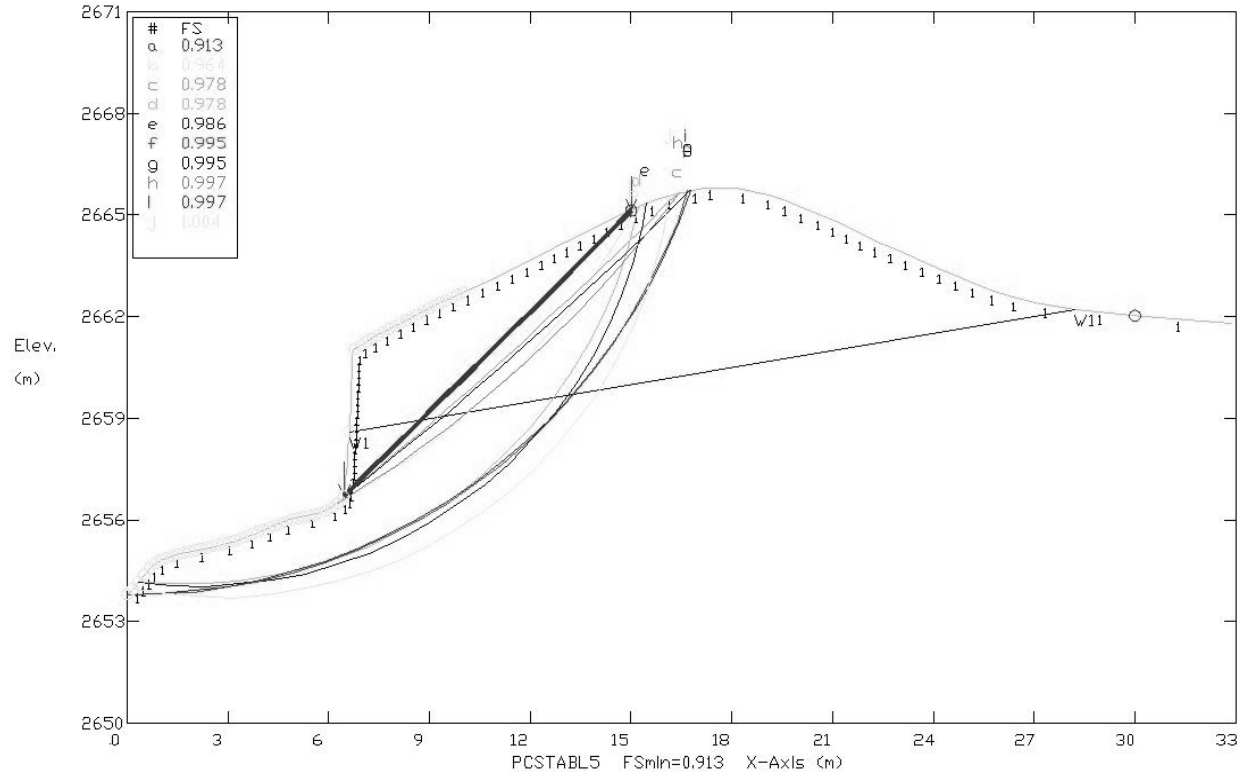


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	8.3	27.9	0	0	W1



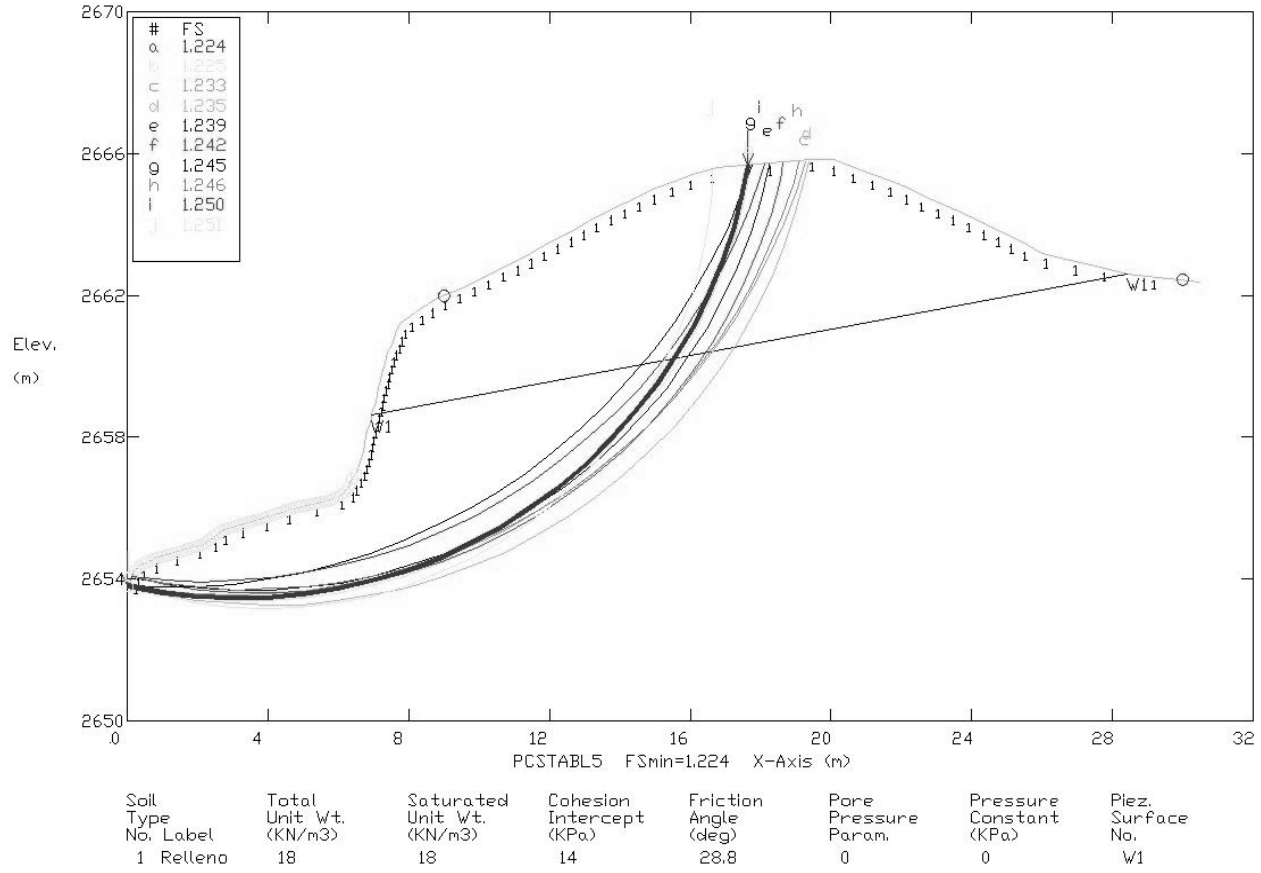
**Figura C.3 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 3**

**Sección 1-1'**



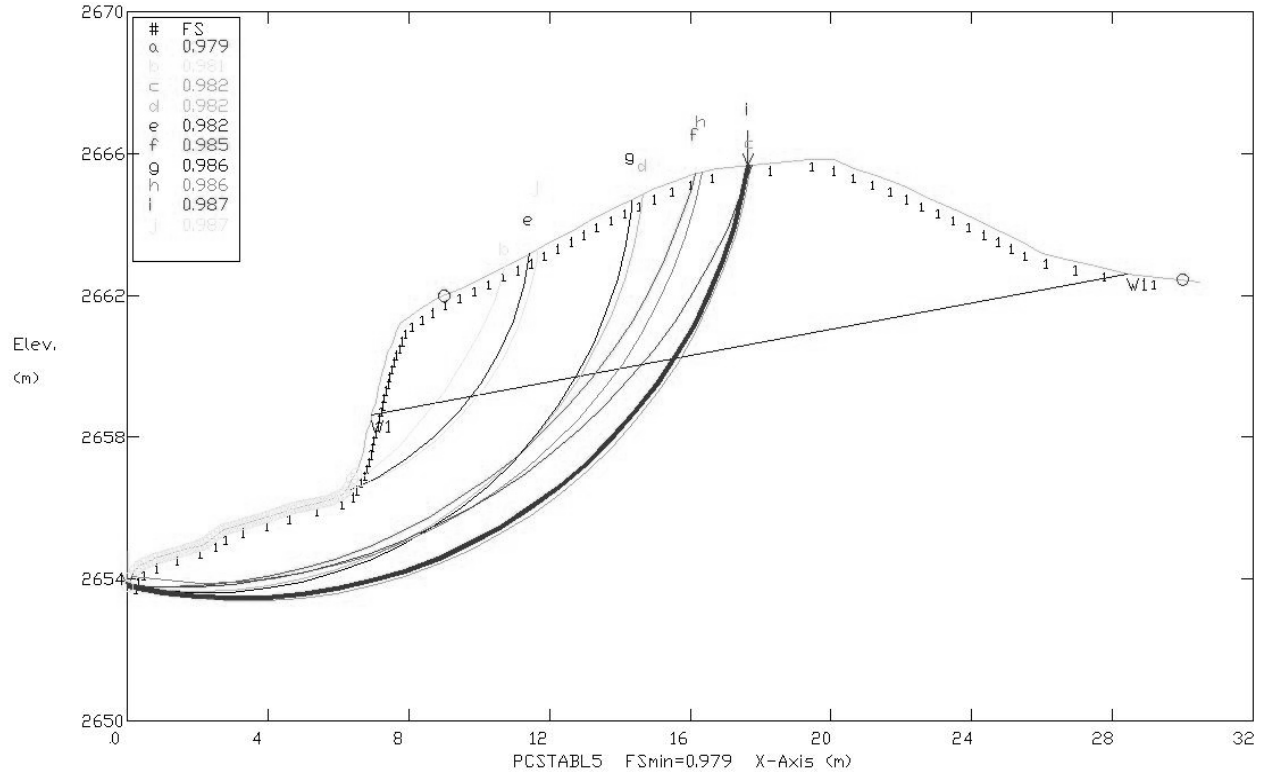
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	4.1	34.3	0	0	W1

**Figura C.4 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 1**  
**Sección 2-2'**



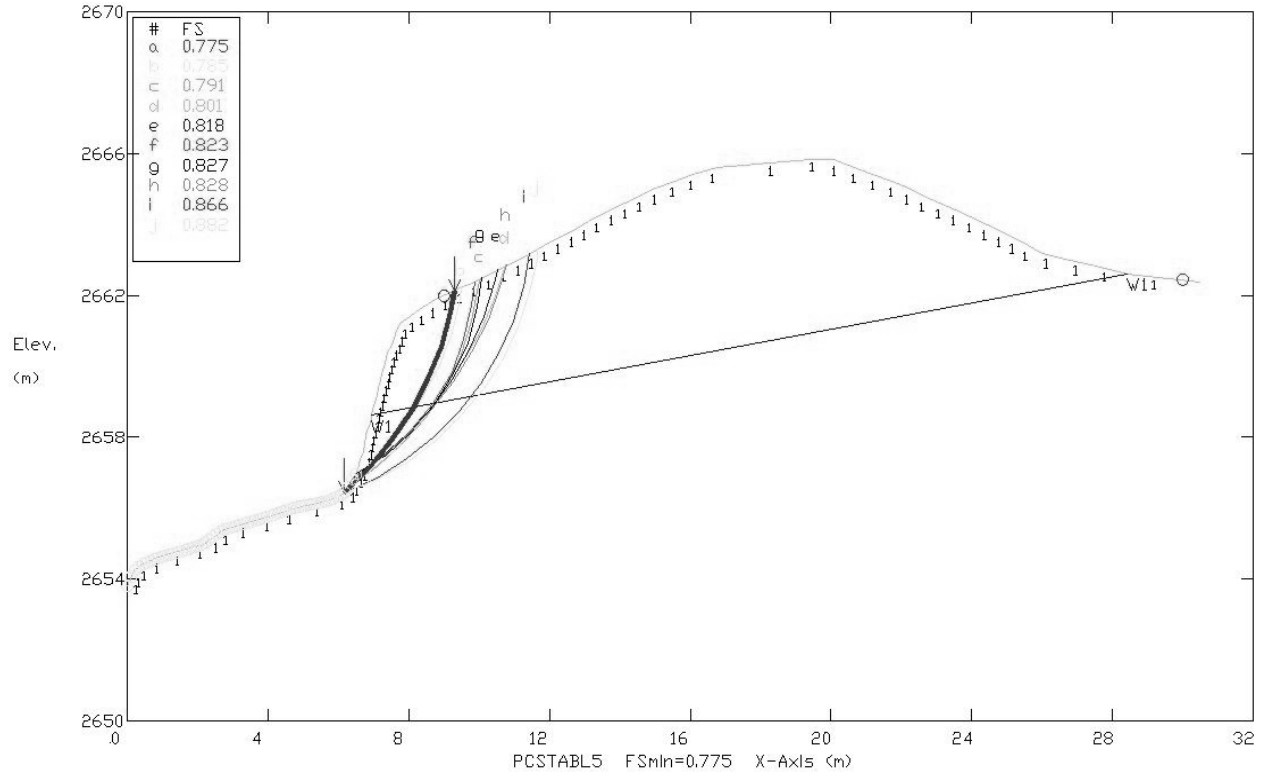
**Figura C.5 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 2**

**Sección 2-2'**



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	8.3	27.9	0	0	W1

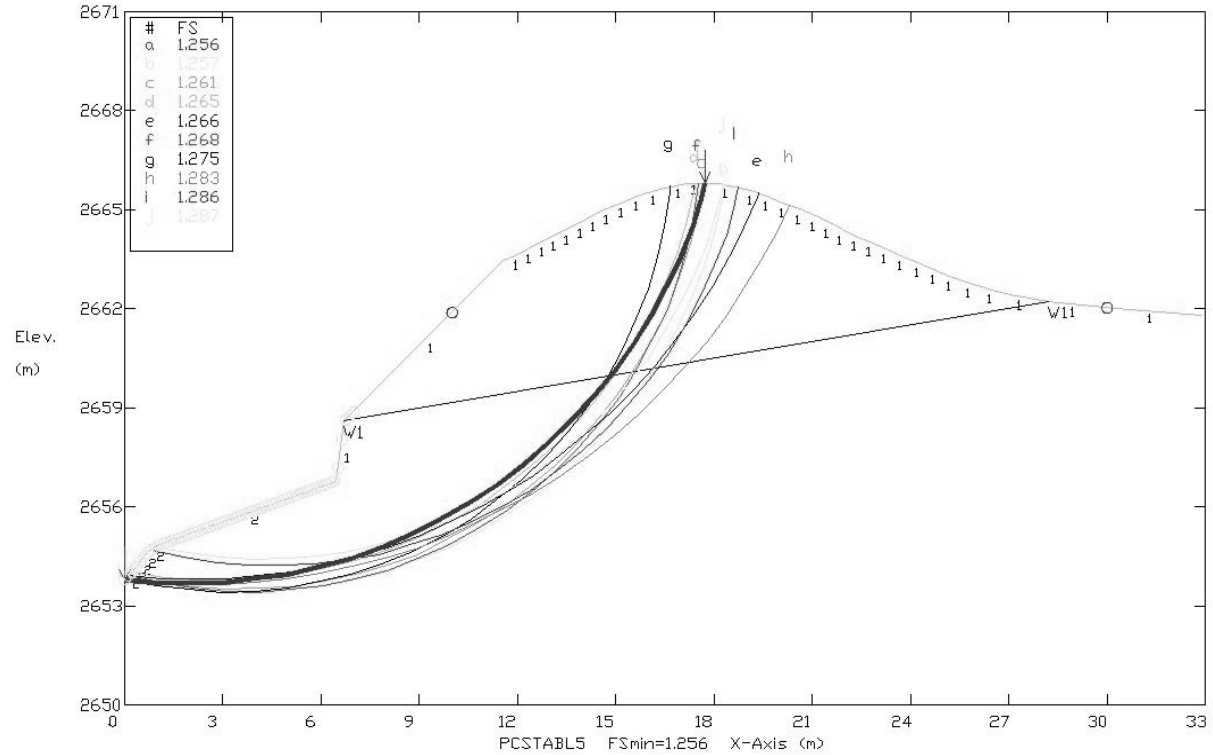
**Figura C.6 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 3**  
**Sección 2-2'**



PCSTABL5 FSmin=0.775 X-Axis (m)

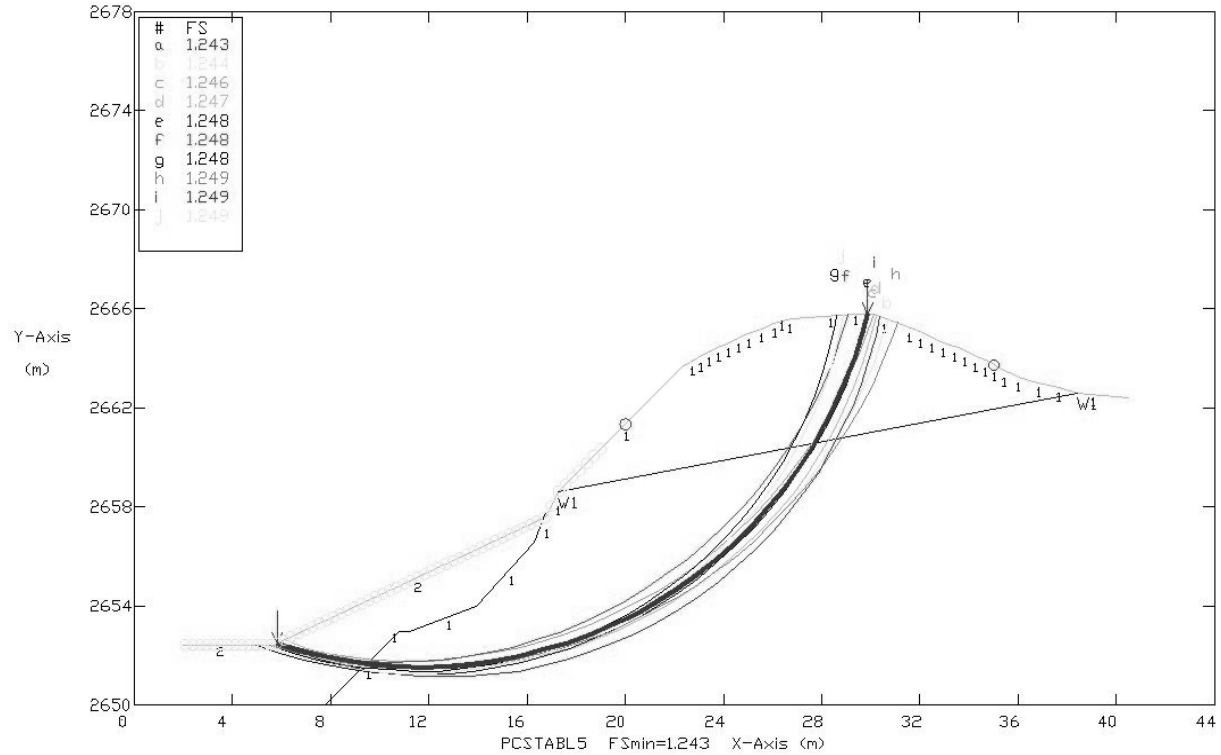
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	4.1	34.3	0	0	W1

**Figura C.7 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo con obras**  
**Sección 1-1'**



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1
2 Bolsac	21.5	21.5	14	28.8	0	0	W1

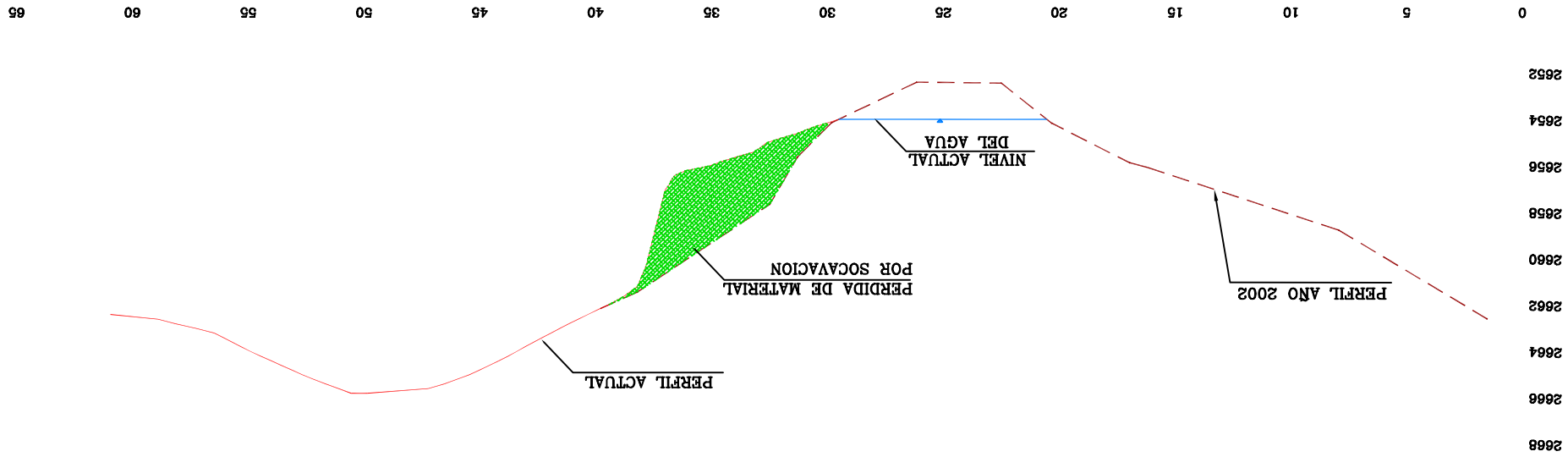
**Figura C.8 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo con obras**  
**Sección 2-2'**



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1
2 bolsac	21.5	21.5	14	28.8	0	0	W1

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**PLANOS**

FIGURA D.1  
COMPARACION DE SECCION 2-2'  
AÑO 2002 VS. ACTUAL







ALCALDIA MAYOR DE SANTIÑA DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE: LEVANTAMIENTO CONSORCIO CONSTRUCIORES  
ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCIORES  
CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA  
DIRECTOR  
INTERVENTORIA: FOPAE

ESCALA 1 : 250  
ESCALA GRÁFICA EN METROS  
0 10 20 30 M

LEVANTÓ: CARLOS HERNANDO MORENO  
DIBUJÓ: JOSÉ TORRES  
FECHA : OCTUBRE DE 2004  
REVISÓ: CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA  
APROBÓ: ORLANDO HOYOS - DPAR  
VO B. INTERVENTORIA

PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA POPAE No. 203 DE 2004  
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE  
POR REMOCIÓN EN MASA  
CONTIENE: PUNTO No. 5  
BARRIO MEXICO - LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR  
PLANO TOPOGRÁFICO  
ARCHIVO: Anexo D - Plano D1.dwg  
PLANO No. 1





FUENTE: LEVANTAMIENTO CONSORCIO CONSTRUCTORES

ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCTORES

INTERVENTORIA: CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR

FOPAE

ESCALA 1 : 250

REVISÓ: CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA

APROBÓ: ORLANDO HOYOS - DPAE

VO B. INTERVENTORIA

LEVANTÓ: CARLOS HERNANDO MORENO

DIBUJÓ: JOSÉ TORRES

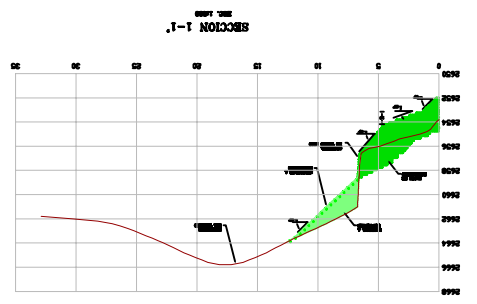
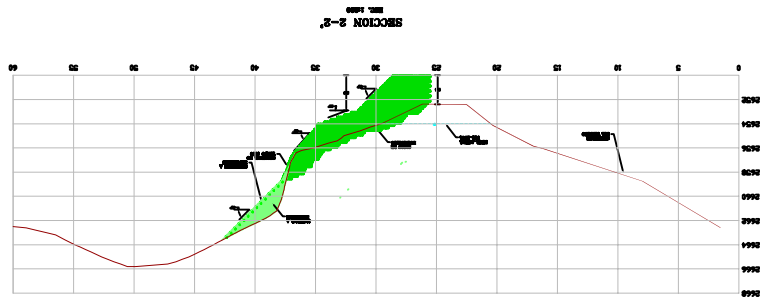
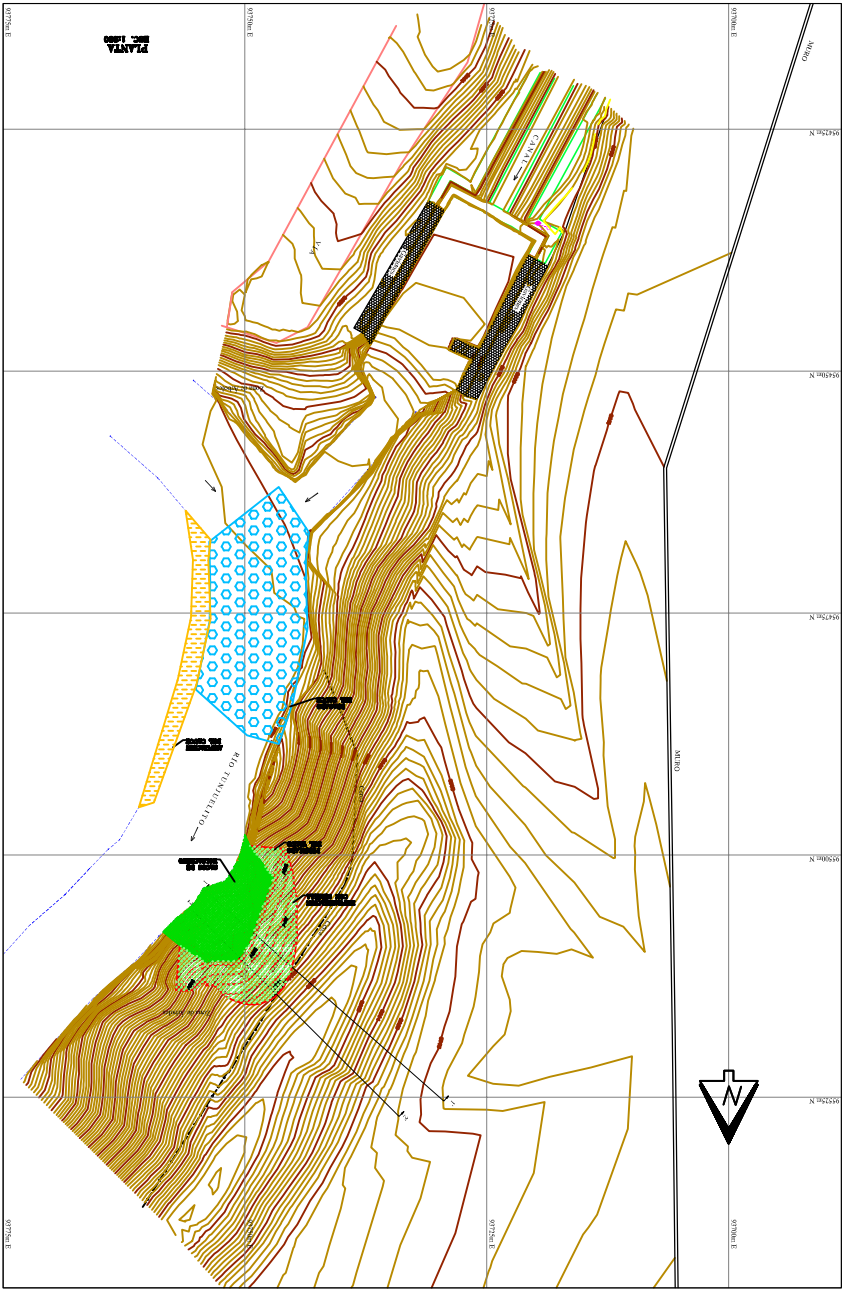
FECHA: OCTUBRE DE 2004

PROYECTO: CONTRATO DE CONSULTORIA FOPAE No. 203 DE 2004 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMEDIATO POR REMOCIÓN EN MASA

CONTIENE: PUNTO No. 5 BARRIO MEXICO - LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR PLANTA Y SECCIONES DE DISEÑO

ARCHIVO: Anexo D - Plano D2.dwg

PLANO No. 2



NOTA: ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTANEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL ESTUDIO

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## ANEXO E

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 5 – MÉXICO, CIUDAD BOLÍVAR

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Contratante designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO E PAG. 1	
VERSION:	1.0			FECHA	OCTUBRE/04
ELABORO:	CC	REVISO:	JL	APROBO:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Contratante las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de resistencia a la compresión del mortero de llenado de bolsacretos.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados.

### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 EXCAVACIONES (APLICABLE A ÍTEMS 1.1, 1.2 Y 1.3)**

##### **Descripción**

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones, reconformaciones y dragados para la construcción de los muros en bolsacretos y el material obtenido del perfilado del talud de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor.

##### **Alcance**

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y la excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

##### **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

##### **Seguridad durante la ejecución**

Los taludes se excavarán adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando cualquier causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Las medidas especiales para la protección superficial del talud deberán realizarse en el menor tiempo técnicamente factible.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán por su propia cuenta.

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de las excavaciones en todo momento y dará cumplimiento a las disposiciones contempladas en las normas laborales y de seguridad.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces.

Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de cinco centímetros (5 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

## **3.2 BOLSACRETOS, INCLUYE GEOTEXTIL DE ESPALDÓN (ÍTEM 2.1)**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro de insumos y la colocación de bolsacretos dispuestos a lo largo del talud en contacto unos con otros, de dimensiones 2,4 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,35 m de espesor, rellenos de mortero que cumpla



estas especificaciones.

## **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de equipos, insumos, herramientas, instalaciones y mano de obra, la preparación, mezcla, bombeo, llenado y colocación de las bolsas en suelo – cemento, los ensayos requeridos, curado del mortero cuando los bolsacretos queden localizados a una cota superior a la del nivel del agua y el suministro e instalación de geotextil entre la ladera y los bolsacretos, de acuerdo con los alineamientos y cotas de los planos y siguiendo estas especificaciones.

## **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrán iniciar las siguientes fases de la instalación de bolsacretos.

### Mezcla de morteros

Las características del mortero de relleno utilizado para los bolsacretos, deberán cumplir con las propiedades mínimas aceptadas para la elaboración de estas mezclas. Esto incluye la calidad de los áridos, el agua y el cemento. Así como los procedimientos para su elaboración, transporte y colocación, que permitan asegurar la calidad. La resistencia a la comprensión simple de estas mezclas bajo ninguna circunstancia podrá ser inferior a los 105 Kg/cm<sup>2</sup> (1500 p s. i.) para evitar el desgaste por abrasión.

El mortero debe hacerse con una mezcla de cemento con el 15% en peso como mínimo, por lo que la máxima cantidad de arena seca será del 85%, siempre y cuando se garantice la resistencia mínima registrada en el párrafo anterior.

La responsabilidad del diseño de la mezcla de mortero que se use en la obra dependerá por completo del contratista y se hará con los materiales que haya aceptado el Interventor con base en ensayos previos de laboratorio.

El contratista deberá suministrar los diseños de la mezcla de mortero con suficiente anticipación, para estudio y revisión de la Interventoría; una vez aprobada la muestra se realizarán los ensayos que sean necesarios para verificar si se cumple con la resistencia especificada a los 28 días. No se aceptarán mezclas con relaciones agua/cemento superiores a 0,78.

El diseño de las mezclas y los ensayos que sean necesarios realizar para aprobación de las mismas, serán por cuenta del contratista. La aprobación del diseño de una mezcla no exime al contratista de su responsabilidad de preparar y colocar el mortero correspondiente, de acuerdo con las normas especificadas.

Una vez aprobado el diseño de la mezcla, se determinaran sus proporciones en peso y volumen, con el objeto de establecer las dosificaciones de los diferentes

materiales en la obra mediante la utilización de recipientes con volumen conocido y constante, previamente calibrados y aprobados por el Interventor.

No se aceptará por ningún motivo la utilización de palas, garlanchas y carretillas como medidas de dosificación.

#### ✍ Ensayo de llenado para determinar el volumen de un bolsacreto

Antes de iniciar los trabajos de construcción del bolsacreto se realizará conjuntamente entre el Contratista y la Interventoría ensayos de llenado de un bolsacreto para determinar la capacidad real de las bolsas, utilizando el diseño de mezcla aprobado. A continuación se describe el procedimiento de ensayo:

1. Preparar el mortero de acuerdo con el diseño aprobado
2. Utilizar una bolsa de dimensiones típicas.
3. Preparar un piso en concreto o mortero y colocar tablas formando un cajón rectangular hasta una altura de 0,50 m teniendo en cuenta las dimensiones de las bolsas.
4. Señalar sitios en el cajón para realizar tres medidas del largo, 8 de ancho y 24 de altura inicial o total, formando una cuadrícula; es importante marcar y referenciar los sitios donde se realizan las lecturas.
5. Colocar dentro del cajón formado por el piso y las tablas, una bolsa y llenarla hasta una altura en el centro de 0,35 m utilizando la mezcla aprobada y contando el número de cochadas de un saco de cemento, necesarias para el llenado.
6. Romper la bolsa, esparcir la mezcla en el cajón y nivelar el mortero
7. Dejar fraguar el mortero por lo menos cuatro (4) horas, permitiendo el drenaje del agua de exudación.
8. Realizar las medidas de altura en los mismos sitios del punto cuatro, para obtener el espesor del mortero en el cajón; luego calcular los promedios de largo, ancho y altura; finalmente calcular el volumen de mortero multiplicando estos promedios. El volumen obtenido corresponde a la capacidad de la bolsa.

#### ✍ Llenado y colocación de las bolsas

Los bolsacretos, deben ser colocados en el lugar que previamente ha sido establecido por el diseñador.

No se permitirá la iniciación del llenado de bolsas con mortero mientras no se disponga de todos los equipos exigidos en número y estado de funcionamiento de acuerdo con estas especificaciones y no se haya ejecutado el ensayo de llenado para la determinación del volumen de un bolsacreto lleno a satisfacción de la Interventoría.

El llenado de las bolsas deberá realizarse en presencia de la Interventoría. No se aceptará mortero al que se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo mortero que se haya endurecido a tal punto que no se pueda bombear, será desechado.

Las bolsas se llenarán hasta lograr el espesor indicado en los planos de construcción o el indicado por el Interventor sin exceder el valor de 0,35 metros,

evitando en todo momento fugas de mortero, el estallido de la bolsa o la formación de cavidades con aire dentro de la bolsa.

Se requiere de un geotextil NT1600 entre la ladera y los bolsacretos y cuyos bordes deberán enterrarse por debajo de la profundidad de la socavación general, esto con el fin de garantizar una protección más efectiva,

Las bolsas se deben colocar y llenar en el sitio y cotas especificados en los planos o por la Interventoría; las bolsas de una fila o nivel se colocarán desplazadas o “trabadas” con respecto a la fila inmediatamente inferior o a las del nivel anteriormente colocado, en una longitud no inferior a un tercio del largo de la bolsa.

Las superficies sobre las cuales se colocarán los bolsacretos deberán ser conformadas y niveladas de acuerdo con las dimensiones y cotas indicadas en los planos y/o por el Interventor.

La primera hilada debe ubicarse por debajo del nivel de socavación calculado y levantarse con una pendiente máxima de 1H:1V. La protección debe alcanzar como mínimo el nivel máximo de aguas (Tr = 50 años).

Se debe recordar que se está manejado un enrocado artificial, pero que durante el vaciado del material dentro del bolsacreto, está en forma líquida y no ha adquirido la suficiente resistencia a la compresión. Se debe desarrollar entonces una traba, para que los bolsacretos una vez fraguados mantengan la estabilidad necesaria, de tal forma que puedan soportar el embate de las aguas o empujes que provengan del espaldón.

La construcción y colocación de los bolsacretos se debe realizar en aguas bajas con el objeto de reducir al mínimo la colocación de bolsacretos bajo agua; sin embargo, cuando ello sea necesario, se deberán implementar plataformas a nivel de agua, ya sea en la orilla o flotantes, para garantizar que los bolsacretos queden localizados en el sitio deseado. Por ningún motivo se aceptará arrojar los bolsacretos por los taludes o desde lo alto de la orilla.

La técnica de colocación es similar a la de un muro de mampostería en ladrillo cuidando que las hiladas sean horizontales y trabadas. Para proporcionar continuidad y mayor resistencia se colocan barras de trabazón adyacentes a través de los sacos antes de que la mezcla fragüe.

#### Curado

El curado se hará cubriendo la superficie de bolsacretos con un tejido de yute saturado de agua, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por el Interventor, que conserve húmedas continuamente y no periódicamente, las superficies a curar. No será permitido usar mangueras con chorros fuertes de agua para procurar el humedecimiento del curado. El curado de los bolsacretos se deberá realizar mínimo durante los tres días siguientes a su llenado.

## Materiales

**Bolsas.** Las bolsas deberán ser de un textil tejido elaborado con poliéster, polipropileno o nylon, que contenga estabilizadores y/o inhibidores incorporados al plástico de base que aumenten la resistencia de los filamentos a los rayos ultravioleta y a la exposición térmica.

El textil deberá tener las siguientes propiedades físicas en el sentido más desfavorable respecto a la orientación de las fibras, medidas de acuerdo con las siguientes normas:

CARACTERÍSTICAS	NORMA	VALOR
Peso/área	Icontec 1999 Afnor G 38-010 ASTM D-3776	140 g/m <sup>2</sup>
Número de Cintas	ASTM D-1910	L 24 cintas / pulgada T 11 cintas / pulgada
Espesor	Icontec 2250 ASTM D-1777 DIN 53855	0,57 mm
Resistencia a la tensión (Método-Grab)	Icontec 1998 ASTM D-4632	L 710 N T 285 N
Resistencia al rasgado	Icontec 2003 ASTM D-4533	L 335 N T 295 N
Resistencia a la ruptura ( <i>Ball Burst</i> )	ASTM D-3787	725 N
Coeficiente de permeabilidad (k)	Icontec 2002	1,6 x E -4 m / s

L = Longitudinal T = Transversal N = Newton

El contratista deberá enviar toda la información técnica debidamente certificada por el fabricante y una muestra de las bolsas que se propone utilizar, para su estudio y aprobación del Interventor.

Las dimensiones de las bolsas vacías para los bolsacretos deberán tener 2,4 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,35 de espesor. Se deberán llenar hasta alcanzar mínimo treinta y cinco centímetros (0,35 m) de altura. No se podrán colocar bolsas de dimensiones diferentes a las mencionadas.

Las bolsas deberán estar cocidas con hilo de nylon o polipropileno doblando los bordes a manera de refuerzos con una longitud de puntada no mayor de un centímetro, para evitar fugas de la mezcla durante el llenado de las mismas.

Todas las bolsas que se coloquen ya sea en seco o bajo agua, deberán estar provistas de una válvula de sellado automático. Esta válvula debe quedar dentro de la bolsa de manera que se cierre con la presión del mortero de relleno,

inmediatamente se termine la inyección, sin dejar escapar mezclas; las bolsas que se coloquen y que no tengan válvula de sellado deberán tener un hueco para la inyección del mortero, acondicionado de tal forma que se pueda sellar sin fugas de mezcla una vez que se haya concluido la operación del llenado.

**Mortero:** Resistencia a la compresión simple a los 28 días: 1.500 p. s. i.. Se tomarán muestras compuestas por 6 cilindros para ensayar una pareja a los 7 días, otra a los 28 días y la otra servirá de testigo.

El cemento será Portland de los tipos I o III y deberá cumplir con la norma ASTM designación C-150 y la norma MOP M-1-60.

El agua que se use en el mortero deberá cumplir con la norma MOP M8-60 y deberá ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de limo y materia orgánica.

La arena en cuanto a calidad se refiere deberá cumplir con los requisitos de la norma MOP M-30-60. En términos generales se compondrá de granos duros densos limpios y durables y estará libre de cantidades perjudiciales de limos, arcillas, partículas blandas o foliadas, álcalis, materia orgánica, mica, ácidos y otras sustancias nocivas.

En cuanto a la granulometría, la arena deberá estar dentro los rangos o límites siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA
3/8	100
No. 4	95 - 100
No. 16	45 - 80
No. 50	10 - 30
No. 100	2 - 10
No. 200	0 - 5

**Geotextil:** Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo.

## Equipos

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuado para producir un mortero que tenga composición y consistencia uniforme al final de cada ciclo de mezclado.

La capacidad de la mezcladora deberá permitir como mínimo, el mezclado de volumen correspondiente a un saco de cemento mezclado de acuerdo con el diseño aprobado.

Para el llenado de las bolsas con mortero se utilizarán bombas de 80 H. P. y mínimo 4 pulgadas de diámetro a la salida de la bomba.

Por ningún motivo se aceptará el llenado manual de las bolsas.

### **Unidad de pago**

Unidad (UN).

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

1. Suministro, mezcla y aplicación de aditivos.
2. El equipo, materiales y mano de obra necesarios para el curado del mortero de los bolsacretos.
3. Retiro y/o reemplazo de los bolsacretos rechazados por bajas resistencias del mortero o por cualquier otra causa.
4. El equipo, materiales y mano de obra para los ensayos indicados en estas especificaciones o por el Interventor.
5. Bolsacretos construidos y/o colocados por fuera de las líneas o límites indicados en los planos o por el Interventor.
6. Ensayos para determinar el volumen real de los bolsacretos.
7. Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir con las especificaciones y que no sean objeto de ítems separados de pago.
8. El equipo, plataformas y embarcaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

### **Medición**

Se medirá la cantidad de sacos ejecutados y que cumplan estas especificaciones.

### **3.3 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 3.1, 4.1 Y 4.2)**

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

#### **3.3.1 Empradización**

Corresponde a la siembra de pasto nativo, en cespedón o semillas a criterio de la Interventoría. Incluye suministro de la grama, el abono, la siembra, los trabajos de jardinería y riego hasta que la especie vegetal sobreviva. No incluye el perfilado del talud, que va en el ítem de excavaciones. Incluirá una capa mínima de 10 cm de tierra negra apta para la siembra y malla de gallinero anclada a la roca. El trabajo se podrá recibir una vez se verifique que la empradización ha tomado un carácter permanente. Se medirán los M2 en planta sobre planos.

#### **3.3.2 Retiro y reinstalación cerca de alambre de púas**

Corresponde al retiro provisional y reinstalación de la cerca en alambre de púas que se encuentra localizada en la parte superior de la zona de estudio. El Constructor deberá tomar todas las medidas necesarias para no dañar los elementos que la

componen durante el desmonte y almacenamiento, de manera que la cerca, una vez reinstalada tenga las mismas o mejores condiciones que antes de iniciar los trabajos.

### **3.3.3 Demolición y reconstrucción muro**

Estos trabajos consisten en el conjunto de operaciones para demoler el muro actual que separa el barrio México y la planta de Cemex para permitir el ingreso de equipos y construir uno nuevo con las mismas dimensiones, especificaciones y alineamientos del muro actual.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO F**  
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE  
PRECIOS UNITARIOS**



**Punto No. 5 - México, Ciudad Bolívar**

<b>CANTIDADES DE OBRA</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>		
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	165,00
1.2	Reconformación, perfilado y corte de talud	M3	100,00
1.3	Dragado	M3	630,00
<b>2</b>	<b>Obras de estabilización y protección</b>		
2.1	Bolsacretos, incluye geotextil	UN	500,00
<b>3</b>	<b>Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación</b>		
3.1	Empradización	M2	110,00
<b>4</b>	<b>Otros</b>		
4.1	Retiro y reinstalación cerca alambre de púas	ML	20,00
4.2	Demolición y reconstrucción muro	M2	15,00

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO G**  
**CRONOGRAMA**

**Punto No. 5 - México, Ciudad Bolívar**

CRONOGRAMA DE OBRAS												
ACTIVIDAD	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Movimiento de tierras	■	■	■	■								
Obras de estabilización y protección			■	■	■	■	■					
Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación							■	■				
Otros	■							■				



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 6 – EL DORADO 2, SANTA FE**  
**DIAGNÓSTICO TÉCNICO DI - 2191**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, NOVIEMBRE DE 2004**

## DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2191

### DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

#### CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

#### PUNTO No. 6 – EL DORADO 2, SANTA FE

## 1 LOCALIZACIÓN

Localidad : Santa Fe (03)  
Barrio : El Dorado  
UPZ : (96) Lourdes  
Dirección : Transversal 7E (Vía sin pavimentar) con calle 7 Sur  
Fecha de visita : Septiembre de 2004  
Área de Influencia : 0,7 Ha.  
# de predios evaluados : Ninguno  
Población Beneficiada : Aproximadamente 100 personas, que habitan las viviendas que colindan con la zona  
Vigencia : Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

## 2 ANTECEDENTES

En diciembre de 1999, la DPAE realizó el “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe”, para lo cual contrató como Consultor al Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS.

En noviembre de 2003 se registró un deslizamiento en este sector, que sepultó una vivienda, ocasionando la muerte de cuatro de sus ocupantes, lo que se consignó en un artículo de prensa de El Tiempo, publicado el 27 de noviembre (Ver **Anexo H**).

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), por su parte, emitió el Diagnóstico Técnico DI-1837, registrando lo siguiente:

“El día 25 de noviembre de 2003 a las 8:20 p. m. se presentó un deslizamiento y flujo de lodos sobre la vivienda ubicada en la Transversal 6 Este 1 - 98 Sur (antigua nomenclatura), debido al encauzamiento de las aguas lluvias mediante una zanja que desvió las aguas de la Carrera 7B Este hacia el talud y la sobrecarga del terreno por la disposición de escombros en la parte alta de la ladera.”

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	NOVIEMBRE/04
ELABORÓ:	JL/NB/GIA C.	REVISÓ:	CC	APROBO:	ING. ORLANDO HOYOS

“El escarpe del deslizamiento alcanzó 3,5 m de altura en la parte superior de un talud de 25,0 m y la masa deslizada de 150 m<sup>3</sup> aproximadamente, sepultó la citada vivienda”.

Dentro de las recomendaciones a corto plazo del citado diagnóstico de DPAE, se establecen las siguientes:

“

✍ Incluir en el Proyecto de Reubicación de Familias en Alto Riesgo no Mitigable a las siguientes familias, en la prioridad uno (1).

- María Eugenia Ramírez (Herederos)    Transversal 6 Este 1 - 98 Sur (antigua nomenclatura)
- Rosa María Salamanca                      Transversal 6 Este # 7 – 32 Sur
- Diana Patricia Clavijo                      Transversal 6 Este # 7 – 36 Sur
- Ernestina Clavijo                              Transversal 6 Este # 3 – 36 Sur

✍ Construir las obras de infraestructura para el manejo de las aguas de las vías por las Carreras 7B Este y 7 Este, mediante la implementación de cunetas de concreto.”

Finalmente, debe mencionarse que el Consorcio Constructores (2004), en desarrollo del contrato de diseño de obras de mitigación en sitios de riesgo inminente por remoción en masa, efectuó una revisión de las condiciones del muro en tierra armada ubicado al norte de esta zona, cuyos resultados quedaron registrados en el Diagnóstico Técnico DI-2150.

### 3 DIAGNÓSTICO

En el “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe” (Consortio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, 1999), se registran las manifestaciones morfodinámicas con incidencia sobre unidades residenciales y obras civiles, como consecuencia de un período invernal en marzo de 1999. De las zonas a las que hace referencia el citado estudio, tiene competencia en este informe la denominada “Vía Vitelma” (Véase la **Fotografía 1**), caracterizada como inestable-activa. Las referencias suministradas por la comunidad, establecen que la construcción de una vía entre la Diagonal 6 sur y el Camino a Vitelma, (cuyo objeto era facilitar la salida de vehículos de carga de una de las fábricas de tubería) activó una serie de procesos de mediana importancia (p.e. flujos localizados). Asimismo, las aguas servidas descargadas directamente sobre las laderas, y las de escorrentía que fluyen desordenadamente por el carretable (Véase la **Fotografía 2**), juegan un papel importante en la fenomenología descrita, al dejar expuesta la roca como efecto de la remoción tanto de los materiales de origen antrópico y del residual, en forma de deslizamientos superficiales.



**Fotografía 1** Emplazamiento



**Fotografía 2** Flujo de agua en la vía

La clave para la comprensión de estos deslizamientos superficiales, es reconocer el papel que desempeñan el perfil de meteorización, el agua subterránea y las estructuras heredadas. De este modo, en el horizonte A, zona IA (Deer y Patton, 1971), se produce eluviación –transporte de materiales finos en suspensión o solución por infiltración de agua– con generación de texturas arenosas a menudo; este material arrastrado por el agua se deposita en el horizonte B, zona IB, lo que disminuye su permeabilidad y genera una variación considerable de las propiedades físicas. Este panorama deja entrever en el contacto de estos horizontes la formación de una barrera semi-impermeable, que por infiltración produce niveles de agua “colgados”, con incremento de las presiones de poros y posterior movilización.

Aunque en el momento no existen efectos directos sobre la comunidad, y más que un síntoma de inestabilidad, como ya se explicó, se presenta un fenómeno de erosión favorecido por la presencia de una brecha de falla, se debe precisar el grado de compromiso de las unidades residenciales ubicadas hacia el oriente de la corona del escarpe -en la cima de la ladera- (véase la **Fotografía 3**) al igual que el de las vías circunscritas al sector.



**Fotografía 3** Ubicación de las viviendas y las vías

## 4 ESTUDIOS BÁSICOS

La información referida en este numeral, se extractó del “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe” (Consortio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, Diciembre de 1999).

No obstante, aparte de la información secundaria disponible, se realizó un trabajo de campo compuesto por la inspección a nivel regional y local de los elementos más importantes. Esto último comprendió la identificación de las unidades de roca y depósitos existentes, de elementos estructurales -i.e. pliegues y fallas-, el levantamiento de los datos estructurales -planos de discontinuidad-, y el reconocimiento de los procesos de remoción en masa que se presentan en la ladera y zonas aledañas.

### 4.1 Geología

A partir de la información colectada se generó un modelo geológico con el que se reevaluó lo consignado por el Consortio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (véase **Plano D.2**). Este trabajo no pretende objetar la validez de dicho estudio, sino comprender la interrelación entre los aspectos regionales y locales, que a juicio del Consortio Constructores juegan un papel importante en el comportamiento de las laderas.

Este modelo geológico está litológicamente conformado por una unidad de roca, un suelo residual y un depósito de origen antrópico, que hacen parte del flanco oriental de un pequeño pliegue con rumbo NE-SW, afectado por dos fallas del sistema de fallas transversales a la falla de Bogotá. La primera es de rumbo, con una orientación similar a la del pliegue, surca la parte media del talud; y la segunda, de tipo inversa, controla el cauce de la Quebrada Canal y dispuesta al sur de la ladera.

Las características geológicas específicas de las unidades son:

**Suelos Orgánicos (Qso)**. Conforman la capa más superficial, cubren gran parte de las laderas; sus principales afloramientos se concentran en las franjas media y alta. Son de color café oscuro a negro, comprenden limos arenosos y arcillas, y su espesor no es mayor a un metro.

**Depósitos Antrópicos (Qan)**. Son en su mayoría depósitos mixtos; incluyen suelos residuales y orgánicos, escombros de construcción y basuras; son de color claro pero oscilan entre crema y ocre, su espesor promedio es de 2,5 metros, y su mayor cobertura se evidencia en el inferior de la ladera en donde sirve como suelo de fundación al carretable.

**Suelo Residual Arenoso (Qsr-s)**. Cubre grandes extensiones. Su espesor es inferior a los tres metros y es de color café claro, crema, rojizo o violáceo,



dependiendo del material parental. Se enmarca en parches de poca extensión y profundidad en el tope de las laderas.

**Brecha de Falla Conjunto Medio Superior Arenoso (Bf-Tpc-ss).** Corresponde a un paquete clastosoportado de hasta 4 metros; constituido principalmente por bloques de arenisca con tamaños no mayores de 0,20 metros embebidos en una matriz areno-arcillosa, y el grado de meteorización es medio. Esta unidad constituye el cuerpo principal de la ladera en observación y abarca tanto horizontes superiores como medios y el entalle de la misma.

**Conjunto Medio Superior Arenoso (Tpc-ss).** Hace parte de la Formación Cacho. Su espesor en algunos puntos puede alcanzar los 72 metros y está constituido por algunas intercalaciones de limolitas y arcillolitas, con estratificación localmente cruzada.

Estructuralmente el punto está controlado por tres familias de discontinuidades; la primera responde a la estratificación, tiene un comportamiento regular. Su orientación oscila entre  $100^{\circ}/06^{\circ}$  –  $120^{\circ}/20^{\circ}$ , aunque su gradiente en algunos puntos es cercano a  $55^{\circ}$  (este valor es observado al sur del afloramiento en inmediaciones de la Quebrada Canal); las otras 2 familias responden a los dos grupos de diaclasas principales, las cuales son cuasi perpendiculares entre si y exhiben valores medios,  $D1= 286^{\circ}/78^{\circ}$  y  $D2=202^{\circ}/84^{\circ}$ . Finalmente, como procesos morfodinámicos se identificaron algunos deslizamientos y escurrimientos de materiales que son detonados principalmente por acción del agua de escorrentía y que afectan principalmente a la capa de suelo orgánico o de suelos residuales,

## **4.2 Investigación Geotécnica**

El sustento y resumen de la información que se presenta en las siguientes líneas, se encuentra en el Anexo No. 3 del estudio ya mencionado.

### **a) Exploración del Subsuelo**

El Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS, programó y ejecutó 11 barrenos manuales con recuperación de muestras inalteradas con tubo Shelby y muestras remoldeadas de material en bolsa, y alcanzaron profundidades variables entre 1 m y 3,1 m. Aunque ninguno de ellos se encuentra ubicado en la ladera del estudio, se hará uso de los barrenos S-5, S-6, S-8, S-9 y S-10 –en especial de los tres últimos– (veáse **Plano D.1**).

### **b) Ensayos de campo y de laboratorio**

Con el objeto de evaluar los parámetros de resistencia al corte (corto y largo plazo), el Consorcio mencionado efectuó ensayos “*in situ*” de cono dinámico (cono tipo Borros) y de penetración estándar. Además, el programa de ensayos involucró muestras para caracterización geomecánica: límites de consistencia y granulometrías simplificadas, compresión inconfiada, corte directo y pruebas indicativas de resistencia y compresibilidad: humedad natural y peso unitario. Los resultados de los ensayos de clasificación y resistencia se presentan en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Resumen de Ensayos de Laboratorio de Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS

Sondeo	Muestra				USCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL (%)	IC (%)	IF (%)	%G	%A	%F	γ <sub>t</sub> (T/m <sup>3</sup> )	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	c' (T/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
	No.	Profundidad (m)																	
		de	a	media															
S1	2	1,70	2,10	1,90	CL	15,0	48	24	24	-0,38	1,38	17				2,18	2,00		
	3	2,40	3,00	2,70		11,0										2,20			
S2	1	0,60	0,90	3,45	CL	13,0	35	21	14	-0,61	1,61	7				2,31	4,52	2,5	24
	2	0,90	1,35	1,13	CL	16,0	38	21	17	-0,29	1,29	11				2,23	6,10		
S3	1	0,9	1,2	1,05	CL	15,0	32	19	13	-0,30	1,30	11							
	2	1,20	1,65	1,43		15,0													
	3	1,70	2,15	1,93	CL-ML	16,0	27	20	7	-0,70	1,70	7	89	85	53	2,22	2,49		
S4	1	1,00	1,75	1,38	CL	25,0	42	26	16	-0,05	1,05	11							
	2	1,90	2,20	2,05		18,0													
	3	2,50	2,80	2,65		11,0													
S5	1	0,50	0,70	0,60									56	44	20				
S6	1	0,40	0,70	0,55	CL	12,0	37	20	17	-0,50	1,50	11				2,30	8,58		
	2	1,40	1,60	1,50		10,0										2,26		1,8	27
S7	1	0,35	0,50	0,425	CL	14,0	32	18	14	-0,28	1,28	10							
S8	1	0,60	0,85	0,73		21,0													
S9	1	0,35	0,60	0,48		20,0													
	2	1,05	1,50	1,28	CL	23,0	44	26,0	18	-0,20	1,20	11							
S10	2	1,10	1,50	1,30	CL	14,0	34	23,0	11	-0,83	1,83	10				2,10		4,5	24
	3	1,50	1,95	1,73		21,0													
S11	2	1,00	1,45	1,23	CL	10,0	31	21	10	-1,20	2,20	9				2,26			

### 4.3 Caracterización geomecánica

Tiene incidencia directa en el sector LE-3 (ladera en contrapendiente de relieve semiescarpado con pendiente al occidente y presencia de depósitos coluviales), y en sus proximidades están ubicados los barrenos manuales S-8, S-9 y S-10.

**Capa Vegetal** Notoria desde la parte media de la ladera hacia abajo (no se observa hacia la cima) y hasta una profundidad variable entre 0,05 m y 0,15 m, constituida por pasto y raíces.

**Estrato 1** Arcilla limosa habana oscura a habana amarillenta, con vetas de óxido, humedad y compresibilidad bajas a medias, plasticidad media y consistencia blanda a media firme, alcanza una profundidad de hasta 0,60 m.

**Estrato 2** Arcillolita limosa carmelita habana a habana oscura, con vetas grises, humedad y compresibilidad medias a bajas, plasticidad media y consistencia medio firme a firme y alcanza una profundidad máxima de 2,25 m. La caracterización de este estrato se puede observar en la **Tabla 2**.

**Tabla 2 Caracterización Geomecánica del Estrato 2**

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	14		23
Límite Líquido (%)	34		44
Límite Plástico (%)	23		26
Índice de Plasticidad (%)	11		18
Peso Unitario Total (T/m <sup>3</sup> )		2,10	
Resistencia al corte drenada (c, T/m <sup>2</sup> )		4,50	
Ángulo de fricción interna drenado		24	
SPT (golpes/pie)	10	28	14
Cono tipo Borros	13		14

**Estrato 3** Paquete hasta de 4 metros, conformado principalmente por bloques de arenisca con tamaños no mayores de 0,20 metros embebidos en una matriz areno-arcillosa, friable y grado de meteorización medio.

**Estrato 4** Arenisca limosa meteorizada, de color habano rojizo y consistencia dura, que sólo se observó en el S-10.

Por último, debido al número limitado de ensayos de corte directo, el Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS empleó el SNIP II-15-84 que se basa en un número importante de ensayos de laboratorio sobre suelos finos de origen cuaternario, y que son función del índice de plasticidad, el índice de liquidez y la relación de vacíos del suelo. De este modo, la determinación de los valores de parámetros de resistencia para diseño está en función de la presencia o no de procesos activos; en el primer caso, se emplearon parámetros de resistencia residuales ( $c'_{r \max}=1,6 \text{ T/m}^2$  y  $c'_{r \min}=0,0 \text{ T/m}^2$ ,  $\phi'_{r \max}=21^\circ$  y  $\phi'_{r \min}=18^\circ$ ), y en el segundo, parámetros de resistencia pico ( $c'_{\max}=4,7 \text{ T/m}^2$  y  $c'_{\min}=1,6 \text{ T/m}^2$ ,  $\phi'_{\max}=26^\circ$  y  $\phi'_{\min}=18^\circ$ ).

## 5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

La presencia de macizo rocoso al igual que de material cuaternario en el talud, hace necesario evaluar tanto la cinemática por las discontinuidades como la de movilización del residual. En el primer caso –análisis cinemático– se tienen en cuenta los modos y posibilidades de deslizamiento a lo largo de los planos de debilidad estructural, a partir de las propuestas de Goodman (1980) y Hoek y Bray (1978), con el fin de detectar el modo probable de movilización. En el segundo caso –la posibilidad de movilización del residual–, se toman como insumos, la revisión de los parámetros establecidos por el estudio de diseño, los mecanismos de falla probables, los períodos de retorno de las variables de análisis, sismo, 475 años, y lluvia, 30 años, y los tiempos de exposición actual y 10 años.

Así entonces, se evalúan para las exposiciones del macizo rocoso, mecanismos de falla planar, por volteo y en cuña, para la configuración geométrica del talud: Inclinación 40°-55°, rumbo: N20W, y altura: 18-25 m, mediante su contrastación con el patrón estructural detectado en el levantamiento estructural (véase **Anexo B**).

Las memorias del análisis cinemático para los tres modos de falla aparecen en el **Anexo C** en las **Tablas C.1** y **C.2**. En ellas se evidencia que para las litologías y los taludes estudiados -que representan las superficies libres de movilización-, no existe posibilidad de falla (véase la **Tabla 3**).

**Tabla 3 Análisis Cinemático**

Ladera	Familias de Discontinuidades		Posibilidad Cinemática		
	Planos	Cuñas	Planar	En Cuña	Volteo
N20W / 40-55SW	E1=120/06	E1D1=196/02	N.A.	N. A.	N. A.
	D1=286/78	E1D2=112/06			
	D2=202/84	D1D2=262/78			
	E2=100/20	E2D1=15/02	N.A.	N. A.	N. A.
	D1=286/78	E2D2=114/20			
	D2=202/84	D1D2=262/78			

En el cuaternario se evaluaron en la Sección 1-1' (véase **Plano D.2**) mecanismos de falla rotacional, traslacional y planar con grieta de tracción, para las variables sismo y lluvia vinculadas como la probabilidad de ocurrencia del evento crítico para los períodos de retorno ya mencionados. Debe indicarse que en la modelación de la falla planar con grieta de tracción se utilizó además, un período de retorno de 5 años, relacionado con la lluvia crítica capaz de llenar la grieta.

Como resultado se obtiene que para las fallas rotacional y traslacional, las probabilidades condicionales de falla para un tiempo de exposición a 1 año son máximo del 53% con factores de seguridad en la condición seca y sin sismo superiores a la unidad; y de 14,4%, y factor de seguridad en las mismas condiciones

igual a 1,03, y con presencia de agua no superior a 0,7 (véase las **Figuras C.1 y C.2**), respectivamente.

En cuanto al espacio temporal de 10 años, las probabilidades en la condición seca y sin sismo no superan el 64%, mientras que la falla planar con grieta de tracción llena de agua, esboza una probabilidad del 36% (véase la **Tabla 4**).

**Tabla 4 Resumen de Factores de Seguridad-Probabilidad Condicional de Falla (Distribución Lognormal)**

VARIABLES DE ANÁLISIS				DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL			
				CONDICIÓN DE ANÁLISIS			
				Rotacional	Planar	Planar grieta	Planar grieta
Fricción	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1,690	1,796	2,378	2,378
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1,663	1,767	2,154	2,154
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,143	1,244	1,252	1,252
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,118	1,215	1,028	1,028
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,155	1,320	1,700	1,700
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,136	1,298	1,560	1,560
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,777	0,870	0,853	0,853
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,761	0,851	0,714	0,714
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Sin	1,690	1,796	1,788	2,378
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Sin	1,663	1,767	1,707	2,154
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Sin	1,143	1,244	0,768	1,252
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Sin	1,118	1,215	0,687	1,028
? <sub>max</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,155	1,320	1,295	1,700
? <sub>min</sub> ?	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,136	1,298	1,260	1,560
? <sub>max</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,777	0,870	0,510	0,853
? <sub>min</sub> ?	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,761	0,851	0,475	0,714
Nombre de archivo				<b>021D_2R</b>	<b>021D_2P</b>	<b>Tabla C.3</b>	<b>Tabla C.4</b>
Condición de agua				seco	seco	agua	seco
Condición de sismo				ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24 g	ah=0,24g
Valores paramétricos empleados en cada sección	? <sub>max</sub> ?			26,0	26,0	26,0	26,0
	? <sub>min</sub> ?			25,2	25,2	18,0	18,0
	C <sub>max</sub> (ton/m <sup>2</sup> )			4,70	4,70	4,70	4,70
	C <sub>min</sub> (ton/m <sup>2</sup> )			2,00	2,00	1,60	1,60
Probabilidad de falla (Pf) a 1 año Método PEM			Ln	0,05333	0,04930	0,14415	0,08912
Probabilidad de falla (Pf) a 10 años Método PEM			Ln	0,06406	0,05752	0,35711	0,09442

De lo anterior se infiere que para el mecanismo de falla planar con grieta de tracción en el material residual, y en presencia de agua, existe una reducción importante de los factores de seguridad y por ende aumento de las probabilidades de falla, lo que es consecuente con los procesos descritos. Por ello, es claro que la condición que controla el comportamiento de estos materiales y del conjunto, es la presencia de agua en la masa por su susceptibilidad, sea a la circulación de agua de escorrentía

e infiltración o al eventual rompimiento de tuberías de aguas blancas o servidas. Al contrastar este análisis con uno sin presencia de agua, se nota que los factores de seguridad en la condición seca sin sismo para el valor mínimo del espectro probable de los parámetros de resistencia, ya son levemente superiores a la unidad, y las probabilidades de falla son del 8,9% y 9,4% para tiempos de exposición de 1 año y 10 años, respectivamente (véase la **Tabla 4**). De todo lo anterior se concluye que se presentó un fenómeno de erosión más que de inestabilidad.

## 6 MEDIDAS RECOMENDADAS

A la luz de los resultados, lo más importante es disminuir la posibilidad de infiltración de agua al interior de la masa, al igual que su discurrir de manera desordenada. Por ello se propone la construcción de una cuneta triangular en concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> de un metro de base y fondo de 0,27 m que borde el talud. La estructura discurrirá desde la culminación del pavimento en la corona, hasta la base del talud; su longitud aproximada es de 235 m e irá acompañada de un filtro con tubería PVC de 4". Su entrega se plantea al sistema de alcantarillado, mediante tres alcantarillas en concreto reforzado e impermeabilizado ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) ubicadas en las proximidades de pozos existentes (en aras de facilitar el mantenimiento). En este sentido, también es relevante un programa de inspección de redes de saneamiento básico, (acueducto y alcantarillado), con el fin de establecer la eficacia de las mismas y que no tengan lugar fugas.

Se propone además suavizar las geoformas por medio de perfilado en los flancos del movimiento, y la empradización de las superficies terminadas con biomanto, acción de suma importancia en el cuerpo de la zona desplazada.

Por último, se considera pertinente pavimentar la vía en la corona del talud (Transversal 7E), y así reducir la posibilidad de introducción de agua.

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica (**Anexo A**), investigación del subsuelo (**Anexo B**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo C**), los planos (**Anexo D**), las especificaciones técnicas (**Anexo E**), cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo F**), el cronograma aproximado de obra (**Anexo G**) y el artículo de prensa relacionado con la emergencia presentada en el sitio (**Anexo H**). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de fotografías tomadas en el sitio de los trabajos.

## 7 FUENTES DE CONSULTA

Consorcio Constructores (2004) para FOPAE. Diagnóstico Técnico No. DI-2150, Punto No. 2 El dorado, Santa Fe. Bogotá, Colombia.

Consorcio Innova Ingeniería Ltda. – CGRS (1999) para FOPAE. Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar el Sector Sur del Barrio El Dorado en la Localidad Santa Fe. Bogotá, Colombia.

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.

Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE (2003). Diagnóstico Técnico DI-1837 del 25 de noviembre de 2003.

El Tiempo. 27 de noviembre de 2003. Artículo “Se los tragó la montaña”. Sección Bogotá, página 1-7. Bogotá, Colombia.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**CARLOS H. CANTILLO R.**  
Director de Consultoría

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**ANEXO A**

**TOPOGRAFÍA – CERTIFICACIÓN DE PUNTOS DE  
REFERENCIA Y CARTERAS DE CIERRE DE  
POLIGONALES, DE CAMPO Y DE CÁLCULO**



**CARTERA DE CIERRE POLIGONAL GENERAL**

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EL DORADO 2 - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.

17 de octubre de 2004.

Est.	Punt.	Dist Inclinada	Dist. m	ANG. VERT.			P m	HT m	Ang. Obsv.			Ang. Corregido			Azimut			COORDENADAS		COTA (m)
				G	M	S			g	m	s	g	m	s	g	m	S	Norte	Este	
NP-87-CD	N																97.405,738	99.819,904	2.638,309	
	NP-A63-CD	222,915	222,151	85	15	18	1,430	1,475							117	40	54,7	97.302,532	100.016,621	2.656,731
NP-A63-CD	NP-87-CD																			
	M-63B	246,851	246,798	91	11	6	1,430	1,390	23	2	54	23 °	02 '	#####	320 °	43 '	48,37 "	97.493,590	99.860,399	2.651,587
M-63B	NP-A63-CD																			
	M-63C	96,5	96,497	90	28	48	1,440	1,440	166	7	54	166 °	07 '	#####	306 °	51 '	42,03 "	97.551,475	99.783,191	2.650,778
M-63C	M-63B																			
	RF-1	317,024	315,454	84	17	42	1,430	1,310	279	43	31	279 °	43 '	#####	46 °	35 '	12,70 "	97.768,265	100.012,335	2.682,016
RF-1	M-63C																			
	M-2	160,297	160,232	88	22	27	1,430	1,300	150	19	28	150 °	19 '	#####	16 °	54 '	40,37 "	97.921,563	100.058,943	2.686,433
M-2	RF-1																			
	M-2A	107,44	106,902	84	15	48	1,440	1,300	119	21	51	119 °	21 '	#####	316 °	16 '	31,03 "	97.998,815	99.985,051	2.696,978
M-2A	M-2																			
	M-2B	23,046	22,936	95	35	29	1,440	1,330	120	10	51	120 °	10 '	#####	256 °	27 '	21,70 "	97.993,444	99.962,751	2.694,633
M-2B	M-2A																			
	M-87A	578,281	574,800	96	17	24	1,440	1,360	130	9	18	130 °	09 '	#####	206 °	36 '	39,37 "	97.479,516	99.705,273	2.631,578
M-87A	M-2B																			
	NP-87-CD	136,487	136,323	87	11	27	1,440	1,490	96	9	12	96 °	09 '	#####	122 °	45 '	51,03 "	97.405,738	99.819,904	2.638,309
NP-87-CD	M-87A																			
	NP-A63-CD	222,915	222,151	85	15	18	1,430	1,475	174	55	4	174 °	55 '	#####	117 °	40 '	54,70 "			

APROX. APARATO	<u>0,00</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>01</u> "	SUMA E	<u>587,119</u>	SUMA N	<u>696,306</u>	LONG.POLIGONAL	<u>1882,093</u>
No VERT	<u>9</u>				SUMA W	<u>587,081</u>	SUMA S	<u>696,261</u>	ERROR	<u>0,060</u>
SUMA. TEORICA	<u>1260</u>	<u>1260</u>	<u>0</u>	<u>00</u> "	DIF. E-W	<u>0,038</u>	DIF. N-S	<u>0,046</u>	CIERRE OBTENIDO	<u>31411</u>
SUMA OBTENIDA	<u>1260</u>	<u>1260</u>	<u>0</u>	<u>03</u> "	SUMA E - W	<u>1174,200</u>	SUMA N - S	<u>1392,567</u>	CIERRE ESPECIFICO	<u>1/5 000</u>
ERROR EN ANGULO	<u>0,00</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>-03</u> "	CORR E-W	<u>0,0000</u>	CORR N-S	<u>0,000</u>		
ERROR MAX. PERMISI.	<u>0,00</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>04</u> "						

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENO**  
TOPOGRAFO

**CALCULO DETALLES EL DORADO - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.**

10 de octubre de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
RF-1	M-63C											46	35	13	97768,265	100012,335	2682,016
	M-A	127,355	127,335	91	1	0	1,44	1,45	125	42	47	352	17	60	97894,451	99995,273	2679,767
M-2	M-A											66	56	4,9	97921,563	100058,943	2686,433
	M-1	53,7	53,442	95	37	0	1,44	1,3	299	37	42	186	33	47	97868,471	100052,835	2681,062
	M-3	65,341	64,851	82	58	54	1,44		143	5	15	30	1	20	97977,713	100091,391	2694,217
M-A	M-2											246	56	4,9			
	M-4	363,44	353,317	76	26	42	1,43	1,39	27	44	12	94	40	17	97865,677	100347,416	2762,537
	M-5	317,87	307,350	75	13	6	1,43		17	49	42	84	45	47	97922,505	100301,340	2758,143
M-5	M-4											320	57	54			
	M-6	42,5	42,386	94	11	36	1,43	1,265	203	47	30	344	45	24	97963,400	100290,196	2754,879
	1	40,26	40,097	95	9	24	1,43		206	12	54	347	10	48	97961,602	100292,443	2754,374
	2	28,85	28,781	93	57	48	1,43		201	6	34	342	4	28	97949,889	100292,482	2755,989
	3	20,82	20,775	93	46	48	1,43		197	30	0	338	27	54	97941,829	100293,715	2756,609
	4	14,16	14,126	93	58	6	1,43		201	43	18	342	41	12	97935,991	100297,137	2757,001
	5	3,88	3,867	94	38	48	1,43		251	16	18	32	14	12	97925,776	100303,403	2757,665
	6	11,64	11,636	88	30	48	1,43		339	21	18	120	19	12	97916,631	100311,385	2758,280
	7	25,59	25,576	88	4	24	1,43		346	52	48	127	50	42	97906,814	100321,537	2758,838
	8	35,47	35,440	87	38	48	1,43		349	15	42	130	13	36	97899,617	100328,399	2759,434
	9	48,05	48,005	87	31	36	1,43		354	11	6	135	8	60	97888,471	100335,196	2760,050
	10	62,52	62,435	87	1	12	1,43		358	40	48	139	38	42	97874,926	100341,769	2761,224
	11	70,16	70,054	86	50	36	1,43		359	38	48	140	36	42	97868,363	100345,795	2761,836
	12	70,06	69,939	86	37	36	1,43		355	48	36	136	46	30	97871,543	100349,239	2762,094
	13	64,53	64,454	87	13	0	1,43		356	13	54	137	11	48	97875,216	100345,136	2761,108
	14	57,3	57,239	87	21	48	1,43		354	2	12	135	0	6	97882,029	100341,814	2760,611
	15	44,21	44,169	87	32	6	1,43		348	56	30	129	54	24	97894,169	100335,222	2759,878
	16	33,92	33,897	87	53	6	1,43		342	16	36	123	14	30	97903,924	100329,691	2759,229
	17	16,77	16,759	87	53	42	1,43		329	32	12	110	30	6	97916,635	100317,038	2758,594
	18	8,92	8,913	92	14	48	1,43		258	59	24	39	57	18	97929,337	100307,064	2757,629
	19	14,41	14,398	92	22	24	1,43		214	21	48	355	19	42	97936,855	100300,168	2757,382
	20	21,46	21,421	93	26	6	1,43		207	26	36	348	24	30	97943,489	100297,036	2756,695
	21	24,63	24,627	90	50	42	2,57		208	3	6	349	0	60	97946,681	100296,648	2756,475
	22	26,44	26,416	92	26	42	1,43		210	27	48	351	25	42	97948,626	100297,403	2756,851
	23	22,37	22,368	90	42	54	1,43		209	25	42	350	23	36	97944,559	100297,608	2757,699
	24	19,67	19,665	91	16	56	1,43		211	26	54	352	24	48	97941,998	100298,744	2757,538
	25	14,68	14,579	83	15	36	1,43		225	13	48	6	11	42	97936,998	100302,914	2759,689
	26	13,65	13,578	84	7	42	1,43		249	5	42	30	3	36	97934,257	100308,142	2759,367
	27	14,88	14,304	74	0	42	1,43		279	41	18	60	39	12	97929,515	100313,809	2761,918
	28	15,36	14,919	76	14	42	1,43		307	21	30	88	19	24	97922,941	100316,254	2761,526
	29	20,39	20,108	80	27	54	1,43		319	13	54	100	11	48	97918,945	100321,131	2761,309
	30	25,79	25,481	81	7	12	1,43		323	25	48	104	23	42	97916,170	100326,021	2761,912
	31	33,86	33,089	77	44	48	1,43		324	35	12	105	33	6	97913,634	100333,218	2765,001
	32	40,22	38,699	74	11	30	1,43		326	41	18	107	39	12	97910,769	100338,217	2768,521
	33	45,11	43,896	76	40	48	1,43		336	18	6	117	15	60	97902,394	100340,359	2768,092
	34	48,79	47,688	77	48	0	1,43		339	28	54	120	26	48	97898,340	100342,452	2768,056
	35	50,49	49,807	80	33	48	1,43		344	8	42	125	6	36	97893,859	100342,085	2766,144
	36	49,53	47,746	74	34	34	1,43		334	36	0	115	33	54	97901,901	100344,412	2770,677
	37	41,28	39,848	74	52	0	1,43		329	28	12	110	26	6	97908,592	100338,681	2768,381
	38	42,27	40,455	73	8	48	1,43		321	58	6	102	55	60	97913,450	100340,769	2769,707
	39	40,25	37,459	68	32	12	1,43		308	48	36	89	46	30	97922,652	100338,799	2771,685
	40	32,2	30,932	73	52	12	1,43		315	46	12	96	44	6	97918,877	100332,059	2766,572
	41	49,22	46,698	71	34	42	1,43		328	59	6	109	56	60	97906,572	100345,236	2772,735
	42	50,45	47,150	69	9	42	1,43		316	29	12	97	27	6	97916,390	100348,092	2774,751
	43	53,1	49,456	68	39	0	1,43		317	0	12	97	58	6	97915,649	100350,319	2775,983
	44	50,1	45,939	66	29	6	1,43		310	58	12	91	56	6	97920,954	100347,254	2776,308
	45	48,55	43,517	63	40	48	1,43		298	57	18	79	55	12	97930,121	100344,186	2777,273
	46	38,65	35,906	68	16	48	1,43		304	28	6	85	25	60	97925,364	100337,132	2771,266
	47	50,79	45,040	62	28	18	1,43		287	34	24	68	32	18	97938,984	100343,257	2778,795
	48	51,39	45,053	61	14	42	1,43		279	54	36	60	52	30	97944,433	100340,697	2779,652
	49	54,84	48,416	61	59	24	1,43		271	34	30	52	32	24	97951,952	100339,772	2780,716
	50	44,78	40,729	65	26	24	0,2		292	41	24	73	39	18	97933,967	100340,423	2776,137
	51	42,05	38,427	66	2	30	1,43		295	0	12	75	58	6	97931,822	100338,621	2773,582
	52	38,23	35,063	66	30	54	1,43		296	0	47	76	58	41	97930,405	100335,502	2771,951

**CALCULO DETALLES EL DORADO - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.**

10 de octubre de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
	53	37,6	34,488	66	31	36	1,43		290	24	54	71	22	48	97933,517	100334,024	2771,716
	54	41,51	37,987	66	13	24	1,43		291	38	18	72	36	12	97933,862	100337,590	2773,294
	55	43,37	39,182	64	36	48	1,43		290	20	24	71	18	18	97935,064	100338,455	2774,777
	56	40,15	36,613	65	46	12	1,43		282	5	48	63	3	42	97939,092	100333,981	2773,004
	57	40,51	37,185	66	37	24	1,43		273	18	6	54	15	60	97944,221	100331,525	2772,732
	58	38,43	35,798	68	40	12	0,4		267	36	6	48	33	60	97946,194	100328,179	2772,029
	59	30,88	29,764	74	33	0	0		257	55	18	38	53	12	97945,673	100320,026	2767,337
	60	26,37	25,476	75	2	18	1,43		252	56	36	33	54	30	97943,648	100315,553	2764,556
	61	24,7	23,657	73	17	12	1,43		286	39	54	67	37	48	97931,508	100323,217	2764,782
	62	28,85	27,642	73	21	36	1,43		285	44	18	66	42	12	97933,437	100326,729	2765,894
	63	29,39	27,786	70	59	0	3,6		277	31	6	58	28	60	97937,030	100325,028	2764,862
	64	26,56	25,879	77	0	6	1,43		262	24	54	43	22	48	97941,314	100319,115	2763,799
	65	22,75	22,190	77	15	54	1,43		254	5	36	35	3	30	97940,669	100314,087	2762,870
	66	20,34	19,753	76	12	12	1,43		268	12	0	49	9	54	97935,421	100316,286	2762,689
	67	19,2	18,457	74	0	42	1,43		289	51	42	70	49	36	97928,567	100318,774	2763,062
	68	22,15	21,087	72	10	30	1,43		271	1	54	51	59	48	97935,488	100317,956	2764,433
	69	16,18	15,742	76	38	36	1,43		262	5	36	43	3	30	97934,007	100312,088	2761,615
	70	22,24	21,233	72	41	30	1,43		300	12	30	81	10	24	97925,763	100322,322	2764,295
	71	25,54	24,718	75	25	18	1,43		303	24	6	84	21	60	97924,931	100325,939	2764,200
	72	27,27	25,722	70	36	0	1,43		298	13	24	79	11	18	97927,330	100326,606	2766,522
	73	27,62	26,465	73	22	6	1,43		300	7	48	81	5	42	97926,601	100327,486	2765,553
	74	30,25	28,984	73	22	6	1,43		305	40	34	86	38	28	97924,203	100330,275	2766,274
	75	30,54	28,985	71	38	12	1,43		308	4	42	89	2	36	97922,989	100330,321	2767,110
	76	33,67	32,084	72	20	48	1,43		253	43	12	34	41	6	97948,888	100319,599	2767,708
	77	27,47	26,880	78	6	6	3,6		246	47	6	27	45	0	97946,293	100313,856	2761,350
	78	17,39	17,293	83	57	18	1,43		223	33	12	4	31	6	97939,744	100302,703	2759,799
	79	22,33	22,330	90	15	12	1,43		211	54	42	352	52	36	97944,662	100298,571	2757,880
	80	18,28	18,140	82	54	42	1,43		239	54	12	20	52	6	97939,455	100307,802	2760,217
	81	21,16	20,980	82	31	18	1,43		239	3	48	20	1	42	97942,216	100308,526	2760,709
	82	25,47	24,853	77	21	42	3,6		247	14	54	28	12	48	97944,405	100313,090	2761,246
	83	27,9	26,929	74	50	24	1,43		252	44	36	33	42	30	97944,906	100316,285	2765,021
	84	24,78	24,175	77	18	54	1,43		247	17	30	28	15	24	97943,799	100312,786	2763,287
	85	21,15	20,817	79	49	24	1,43		240	15	42	21	13	36	97941,910	100308,878	2761,656
	86	19,4	18,968	77	53	12	1,43		249	18	12	30	16	6	97938,887	100310,901	2761,959
M-6	M-5																
	87	3,34	3,228	104	51	36	1,43	1,42	289	40	48	94	26	12	97963,150	100293,415	2754,041
	88	16,35	16,100	100	1	24	1,43		214	11	36	18	56	60	97978,628	100295,425	2752,067
	89	38,98	38,595	98	3	48	1,43		204	15	30	9	0	54	98001,518	100296,244	2749,455
	90	43	42,612	97	42	24	1,43		208	25	48	13	11	12	98004,888	100299,917	2749,155
	91	33,29	32,966	98	0	0	1,43		211	48	30	16	33	54	97994,998	100299,595	2750,281
	92	22,14	21,881	98	46	30	1,43		219	50	36	24	36	0	97983,295	100299,305	2751,531
	93	10,94	10,778	99	52	48	1,43		240	32	42	45	18	6	97970,981	100297,857	2753,020
	94	6,67	6,622	96	52	30	1,43		284	7	30	88	52	54	97963,529	100296,817	2754,076
	95	11,85	11,842	87	51	24	1,43		341	9	48	145	55	12	97953,592	100296,832	2755,312
	96	21,93	20,619	70	5	6	2,6		309	58	12	114	43	36	97954,775	100308,924	2760,722
	97	19,81	19,098	74	35	48	2,6		326	36	12	131	21	36	97950,780	100304,531	2758,772
	98	18,05	17,560	76	37	6	1,43		326	50	6	131	35	30	97951,743	100303,329	2758,933
	99	17,09	16,651	76	59	18	1,43		333	54	54	138	40	18	97950,896	100301,192	2758,618
	100	17,78	17,571	81	12	30	1,43		341	32	18	146	17	42	97948,782	100299,947	2757,555
	101	13,7	13,641	84	41	12	1,43		327	4	54	131	50	18	97954,301	100300,359	2756,132
	102	14,29	14,200	83	34	6	1,43		295	16	48	100	2	12	97960,925	100304,179	2756,460
	103	22,63	21,490	71	44	6	1,43		297	18	48	102	4	12	97958,906	100311,211	2761,604
	104	27,5	25,760	69	30	42	1,43		296	51	18	101	36	42	97958,215	100315,430	2763,886
	105	32,08	29,187	65	28	42	1,43		300	12	42	104	58	6	97955,861	100318,393	2766,982
	106	36,93	34,143	67	35	54	1,43		297	18	6	102	3	30	97956,267	100323,586	2767,881
	107	37,47	34,304	66	16	36	2,6		298	53	54	103	39	18	97955,302	100323,530	2767,500
	108	33,29	30,513	66	26	0	1,43		302	38	54	107	24	18	97954,273	100319,313	2767,069
	109	32,3	29,605	66	25	48	1,43		305	4	24	109	49	48	97953,357	100318,046	2766,707
	110	25,19	23,886	71	29	12	2,6		308	22	42	113	8	6	97954,015	100312,162	2761,283
	111	26,79	25,416	71	34	24	3		311	26	24	116	11	48	97952,180	100313,002	2761,333
	112	18,07	17,768	79	30	30	1,43		290	11	12	94	56	36	97961,869	100307,898	2758,104
	113	14,8	14,742	84	55	36	1,43		282	1	18	86	46	42	97964,228	100304,915	2756,173

**CALCULO DETALLES EL DORADO - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.**

10 de octubre de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
	114	12,36	12,324	85	36	54	1,43		296	47	6	101	32	30	97960,934	100302,271	2755,811
	115	12,27	12,233	85	31	36	1,43		322	43	54	127	29	18	97955,955	100299,903	2755,823
	116	10,88	10,878	88	47	18	1,43		325	32	30	130	17	54	97956,365	100298,493	2755,099
	117	10,93	10,914	86	53	48	1,43		294	35	48	99	21	12	97961,626	100300,965	2755,460
	118	17,45	17,387	85	7	42	1,43		282	18	12	87	3	36	97964,292	100307,560	2756,345
	119	21,48	21,123	79	32	0	2,57		286	43	18	91	28	42	97962,855	100311,312	2757,566
	120	32,54	31,642	76	30	30	1,43		285	54	0	90	39	24	97963,037	100321,836	2762,251
	121	35,5	34,001	73	17	24	2,57		290	26	12	95	11	36	97960,322	100324,058	2763,505
	122	40,31	38,451	72	32	0	1,43		281	44	24	86	29	48	97965,749	100328,576	2766,410
	123	39,32	37,736	73	40	54	1,43		276	9	48	80	55	12	97969,355	100327,459	2765,472
	124	35,21	34,404	77	42	54	1,43		266	49	18	71	34	42	97974,272	100322,837	2762,189
	125	34,45	33,652	77	38	48	1,43		276	54	42	81	40	6	97968,276	100323,494	2762,069
	126	31,84	31,020	76	58	18	1,43		285	11	42	89	57	6	97963,426	100321,217	2761,862
	127	31,94	31,525	80	45	30	1,43		259	49	0	64	34	24	97976,935	100318,668	2759,932
	128	30,81	30,474	81	31	36	1,43		271	56	6	76	41	30	97970,415	100319,852	2759,359
	129	26,86	26,584	81	46	24	1,43		280	12	42	84	58	6	97965,731	100316,678	2758,673
	130	28,32	28,155	83	48	24	1,43		254	46	18	59	31	42	97977,677	100314,462	2757,906
	131	26,7	26,636	86	1	18	1,43		263	42	30	68	27	54	97973,177	100314,973	2756,717
	132	22,25	22,201	86	11	6	1,43		275	36	36	80	22	0	97967,115	100312,084	2756,346
	133	22,84	22,795	86	24	48	1,43		249	54	18	54	39	42	97976,585	100308,792	2756,295
	134	22	21,936	85	38	36	1,43		260	8	42	64	54	6	97972,705	100310,062	2756,535
	135	20,44	20,414	87	5	48	1,43		271	37	24	76	22	48	97968,207	100310,036	2755,903
	136	21,65	21,636	87	55	18	1,43		247	51	24	52	36	48	97976,537	100307,387	2755,654
	137	19,09	19,083	88	29	0	1,43		238	48	6	43	33	30	97977,229	100303,347	2755,374
	138	12,43	12,423	88	4	54	1,43		249	52	0	54	37	24	97970,592	100300,326	2755,285
	139	11,21	11,186	86	14	12	1,43		269	28	48	74	14	12	97966,439	100300,961	2755,603
	140	8,53	8,519	87	4	48	1,43		290	43	0	95	28	24	97962,587	100298,676	2755,303
	141	18,58	18,580	90	0	30	1,43		235	11	24	39	56	48	97977,644	100302,126	2754,866
	142	22,18	22,105	85	17	18	1,43		244	34	48	49	20	12	97977,804	100306,964	2756,685
	143	30,44	29,968	79	53	30	1,43		255	4	0	59	49	24	97978,464	100316,103	2760,129
	144	34,23	33,127	75	24	48	1,43		261	44	48	66	30	12	97976,607	100320,576	2763,212
	145	39,49	37,232	70	31	54	1,43		269	44	54	74	30	18	97973,347	100326,075	2767,278
	146	45	41,314	66	38	48	1,43		277	59	30	82	44	54	97968,615	100331,179	2771,246
	147	48,07	43,393	64	31	0	2,6		280	52	48	85	38	12	97966,701	100333,464	2772,369
	148	49,53	43,775	62	6	18	1,43		285	27	48	90	13	12	97963,232	100333,971	2775,349
	149	46,85	41,308	61	51	0	1,43		292	46	36	97	31	60	97957,984	100331,148	2774,357
	150	41,96	37,713	63	59	50	1,43		297	13	6	101	58	30	97955,575	100327,088	2771,403
	151	46,53	41,838	64	2	54	1,43		302	46	30	107	31	54	97950,797	100330,091	2773,178
	152	47,92	42,254	61	51	18	1,43		294	58	36	99	43	60	97956,256	100331,842	2774,800
	153	50,46	43,849	60	20	24	1,43		294	47	24	99	32	48	97956,128	100333,438	2776,567
	154	51,36	45,506	62	22	42	1,43		299	17	6	104	2	30	97952,359	100334,343	2775,967
	155	53,57	47,165	61	41	42	1,43		285	11	42	89	57	6	97963,440	100337,361	2777,233
	156	74,26	67,294	64	59	6	1,43		275	36	12	80	21	36	97974,669	100356,540	2783,325
	157	70,98	63,768	63	56	54	1,43		277	19	36	82	4	60	97972,183	100353,357	2782,875
	158	67,47	59,969	62	43	30	1,43		279	33	36	84	18	60	97969,339	100349,870	2782,350
	159	62,36	54,724	61	20	54	1,43		284	31	6	89	16	30	97964,092	100344,916	2781,108
	160	59,23	51,199	59	48	54	1,43		293	18	30	98	3	54	97956,217	100340,889	2780,611
	161	74,5	68,715	67	16	18	1,43		269	59	58	74	45	22	97981,467	100356,494	2781,418
	162	70,56	64,660	66	24	12	1,43		272	14	24	76	59	48	97977,949	100353,198	2780,752
	163	65,45	60,052	66	34	0	1,43		271	55	12	76	40	36	97977,239	100348,632	2778,750
	164	58,99	53,085	64	8	42	1,43		278	21	24	83	6	48	97969,765	100342,898	2778,019
	165	59,6	54,569	66	17	18	1,43		273	22	18	78	7	42	97974,626	100343,598	2776,813
	166	52,28	47,663	65	44	24	1,43		277	2	12	81	47	36	97970,203	100337,371	2774,453
	167	54,38	49,870	66	30	0	1,43		273	11	48	77	57	12	97973,808	100338,968	2774,754
	168	54,26	50,787	69	23	24	1,43		267	13	12	71	58	36	97979,114	100338,492	2772,746
	169	62,79	58,803	69	28	24	1,43		266	6	30	70	51	54	97982,675	100345,751	2775,488
	170	70,28	65,967	69	49	24	1,43		263	55	18	68	40	42	97987,386	100351,648	2777,622
	171	72,3	68,481	71	17	36	1,43		259	56	24	64	41	48	97992,669	100352,107	2776,832
	172	70,85	67,622	72	38	18	1,43		255	27	30	60	12	54	97996,991	100348,885	2775,048
	173	62,6	59,827	72	53	0	1,43		259	29	24	64	14	48	97989,395	100344,081	2772,477
	174	55,39	52,696	72	3	30	1,43		262	20	48	67	6	12	97983,902	100338,741	2771,102
	175	47,88	45,243	70	53	42	1,43		264	48	42	69	34	6	97979,194	100332,593	2769,677

**CALCULO DETALLES EL DORADO - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.**

10 de octubre de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m	
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este		
	176	43,79	41,492	71	21	18	1,43		265	52	48	70	38	12	97977,157	100329,341	2768,134	
	177	51,88	49,770	73	36	18	1,43		259	49	42	64	35	6	97984,760	100335,150	2768,917	
	178	46,64	45,454	77	3	12	1,43		254	53	42	59	39	6	97986,366	100329,422	2765,053	
	179	40,24	38,801	74	38	0	1,43		259	17	6	64	2	30	97980,384	100325,083	2765,151	
	180	38,15	36,916	75	23	24	1,43		260	52	54	65	38	18	97978,628	100323,826	2764,181	
	181	40,74	40,151	80	14	48	1,43		249	56	0	54	41	24	97986,607	100322,961	2761,671	
	182	36,51	35,587	77	5	18	1,43		256	23	12	61	8	36	97980,575	100321,364	2762,821	
	183	37,79	37,610	84	24	36	1,43		242	50	6	47	35	30	97988,765	100317,966	2758,533	
	184	33,84	33,614	83	22	30	1,43		246	43	12	51	28	36	97984,336	100316,494	2758,747	
	185	33,21	32,719	80	8	18	1,43		253	34	30	58	19	54	97980,578	100318,044	2760,473	
	186	31,5	31,409	85	38	48	1,43		243	1	54	47	47	18	97984,503	100313,460	2757,253	
	187	35,91	35,850	86	41	0	1,43		235	58	36	40	44	0	97990,565	100313,590	2756,943	
	189	31,37	31,318	86	41	6	1,43		236	48	42	41	34	6	97986,830	100310,976	2756,680	
	190	23,81	23,804	88	45	18	1,43		234	57	30	39	42	54	97981,711	100305,407	2755,386	
	191	29,08	29,078	90	42	18	1,43		230	49	36	35	34	60	97987,048	100307,116	2754,511	
	192	34,39	34,390	90	8	30	1,43		230	5	30	34	50	54	97991,623	100309,847	2754,784	
	193	34,64	34,639	90	28	48	2,6		229	21	6	34	6	30	97992,080	100309,620	2753,409	
	194	34,56	34,558	90	35	6	2,6		225	56	24	30	41	48	97993,116	100307,838	2753,346	
	195	33,02	33,005	91	42	24	2,6		226	8	0	30	53	24	97991,724	100307,141	2752,716	
	196	32,35	32,233	94	52	48	1,43		217	53	6	22	38	30	97993,148	100302,605	2752,127	
	197	37,18	37,068	94	27	24	1,43		215	40	0	20	25	24	97998,137	100303,131	2751,989	
	198	27,13	26,949	96	37	12	1,43		218	33	12	23	18	36	97988,149	100300,860	2751,762	
	199	25,26	25,101	96	26	30	1,43		223	51	0	28	36	24	97985,436	100302,214	2752,053	
	200	29,26	29,154	94	52	6	1,43		226	20	48	31	6	12	97988,363	100305,257	2752,395	
	201	18,94	18,753	98	3	36	1,43		228	30	24	33	15	48	97979,080	100300,482	2752,240	
	202	26,12	26,113	91	17	48	2,6		229	29	54	34	15	18	97984,984	100304,895	2753,108	
M-4	M-5												140	57	54	97865,680	100347,419	2762,536
	203	6,72	6,674	83	17	42	1,43	1,345	145	22	42	106	20	36	97863,802	100353,823	2763,230	
	204	12,14	12,029	82	14	0	1,43		132	58	18	93	56	12	97864,854	100359,419	2764,076	
	205	29	28,585	80	17	48	1,43		105	24	54	66	22	48	97877,133	100373,609	2767,269	
	206	23,51	23,164	80	9	36	1,43		102	33	12	63	31	6	97876,009	100368,153	2766,410	
	207	15,57	15,352	80	23	24	1,43		111	0	30	71	58	24	97870,431	100362,017	2765,014	
	208	8,6	8,539	83	10	6	1,43		108	45	12	69	43	6	97868,640	100355,428	2763,467	
	209	5,86	5,858	88	26	48	1,43		76	9	36	37	7	30	97870,351	100350,954	2762,610	
	210	12,59	12,023	72	44	42	1,43		32	34	0	353	31	54	97877,627	100346,064	2766,017	
	211	12,45	11,855	72	12	36	1,43		43	5	24	4	3	18	97877,505	100348,257	2766,073	
	212	10,73	10,253	72	51	36	1,43		43	21	18	4	19	12	97875,904	100348,191	2765,473	
	213	9,31	8,896	72	51	0	0,5		74	2	30	35	0	24	97872,967	100352,522	2766,004	
	214	10,9	10,776	81	20	6	1,43		101	32	48	62	30	42	97870,654	100356,978	2764,074	
M-4A	M-4												76	3	58	97871,679	100371,598	2766,524
	215	10,02	9,999	93	43	18	1,43	1,25	33	15	30	289	19	28	97874,988	100362,162	2765,695	
	216	11,45	11,348	82	19	42	1,43		77	57	30	334	1	28	97881,880	100366,628	2767,858	
	217	17,71	17,531	81	51	30	1,43		100	36	54	356	40	52	97889,181	100370,583	2768,826	
	218	22,4	21,981	78	54	0	2,6		103	59	30	0	3	28	97893,660	100371,620	2769,405	
	219	26,85	26,476	80	25	54	2,6		99	4	42	355	8	40	97898,060	100369,357	2769,575	
	220	31,05	29,989	74	58	42	1,43		91	8	35	347	12	33	97900,924	100364,959	2774,116	
	221	24,87	24,059	75	19	54	2,6		73	18	54	329	22	52	97892,384	100359,344	2771,266	
	222	21,92	21,640	80	50	6	2,6		51	29	6	307	33	3,6	97884,868	100354,441	2768,620	
	223	18,07	17,697	78	20	30	2,6		52	57	12	309	1	9,6	97882,821	100357,848	2768,750	
	224	17,75	17,518	80	43	6	2,6		39	17	5	295	21	2,6	97879,179	100355,767	2767,999	
	225	15,39	15,180	80	31	42	1,43		121	53	24	17	57	22	97886,120	100376,278	2768,842	
	226	37,55	37,291	83	16	18	1,43		121	53	36	17	57	34	97907,153	100383,096	2770,713	
	227	44,45	44,167	83	31	42	1,43		118	1	12	14	5	9,6	97914,518	100382,347	2771,322	
M-4B	M-4A												348	46	1	97901,518	100365,673	2774,101
	228	13,45	13,119	102	44	42	1,43	1,34	250	53	13	59	39	14	97908,145	100376,994	2771,116	
	229	10,68	10,582	82	13	6	1,43		157	18	30	326	4	31	97910,298	100359,767	2775,443	
	230	20,2	19,936	80	44	6	1,43		154	39	54	323	25	55	97917,530	100353,795	2777,220	
	231	18,41	18,235	82	5	24	1,43		135	10	54	303	56	55	97911,701	100350,546	2776,520	
	232	14,55	14,331	80	2	18	1,43		134	18	0	303	4	1,2	97909,337	100353,663	2776,490	
	233	8,37	8,353	86	24	0	1,43		131	14	12	300	0	13	97905,695	100358,438	2774,535	
	234	5,88	5,858	85	1	48	1,43		155	1	12	323	47	13	97906,244	100362,212	2774,518	
M-5A	M-4B												332	35	53	97949,469	100340,818	2783,596

**CALCULO DETALLES EL DORADO - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.**

10 de octubre de 2004.

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
	235	46,87	45,465	104	4	0	1,43	1,31	21	58	12	174	34	4,8	97904,208	100345,122	2772,426
	236	30,95	30,481	99	59	6	1,43		11	7	6	163	42	59	97920,210	100349,365	2778,191
	237	8,38	8,285	98	38	0	1,43		5	27	0	158	2	53	97941,784	100343,915	2782,233
	238	17,54	17,261	100	14	0	1,43		4	7	36	156	43	29	97933,612	100347,639	2780,410
	239	6,95	6,842	100	5	54	1,43		338	13	30	130	49	23	97944,996	100345,996	2782,277
	240	9,68	9,673	87	50	42	1,43		271	12	0	63	47	53	97953,740	100349,497	2783,840
	241	60,59	60,285	84	15	6	1,43		251	43	36	44	19	29	97992,596	100382,941	2789,514
	242	41,42	41,229	84	29	54	1,43		256	15	12	48	51	4,8	97976,598	100371,864	2787,429
	243	40,23	40,030	84	17	0	1,43		248	1	0	40	36	53	97979,856	100366,876	2787,464
	244	60,34	60,021	84	6	6	1,43		246	14	54	38	50	47	97996,215	100378,465	2789,644
	245	53,64	53,290	83	27	12	1,43		244	58	12	37	34	4,8	97991,708	100373,309	2789,552
	246	52,82	52,426	82	59	36	1,43		238	15	0	30	50	53	97994,478	100367,700	2789,871
	247	46,36	46,062	83	30	18	1,43		245	26	18	38	2	11	97985,748	100369,200	2788,687
	248	60,06	59,652	83	19	0	1,43		257	53	34	50	29	27	97987,419	100386,841	2790,419
	249	55,93	55,599	83	45	48	1,43		258	13	48	50	49	41	97984,588	100383,921	2789,516
	250	50,37	50,104	84	6	36	1,43		259	17	6	51	52	59	97980,396	100380,237	2788,618
	251	46,13	45,864	83	50	48	1,43		260	15	42	52	51	35	97977,160	100377,379	2788,392
	252	36,72	36,615	85	39	36	1,43		265	34	12	58	10	4,8	97968,780	100371,926	2786,247
	253	27,32	27,250	85	54	6	1,43		272	5	48	64	41	41	97961,117	100365,453	2785,424
	254	23,1	23,013	85	1	42	1,43		278	5	12	70	41	4,8	97957,081	100362,536	2785,471
	255	18,53	18,511	87	25	24	1,43		284	10	42	76	46	35	97953,703	100358,838	2784,309
	256	15,25	15,197	85	13	48	1,43		229	39	30	22	15	23	97963,534	100346,574	2784,740
	257	12,8	12,779	93	17	12	1,43		314	25	24	107	1	17	97945,728	100353,037	2782,744
	258	5,07	4,948	77	23	42	1,43		225	55	48	18	31	41	97954,160	100342,390	2784,556
	259	14,56	14,532	93	32	6	1,43		334	10	0	126	45	53	97940,771	100352,460	2782,580
	260	2,77	2,748	97	14	0	1,43		348	52	18	141	28	11	97947,319	100342,530	2783,130
	261	28,5	28,373	95	24	30	3		353	37	24	146	13	17	97925,885	100356,593	2779,232
	262	34,32	33,802	99	58	12	1,43		9	10	12	161	46	4,8	97917,364	100351,393	2777,624
	263	35,53	35,279	96	49	6	1,43		354	25	54	147	1	47	97919,872	100360,017	2779,288
	264	41,23	40,646	99	39	6	1,43		8	8	12	160	44	4,8	97911,098	100354,229	2776,662
	265	47,07	46,282	100	30	0	1,43		1	55	12	154	31	4,8	97907,689	100360,730	2775,042
	266	21,92	21,846	85	16	36	1,43		270	27	6	63	2	59	97959,369	100360,291	2785,275
	267	2,62	2,607	84	22	12	1,43		254	56	54	47	32	47	97951,229	100342,742	2783,732
	268	16,41	16,334	84	30	6	1,43		248	54	24	41	30	17	97961,702	100351,642	2785,041
	269	26,78	26,647	84	17	36	1,43		245	44	36	38	20	29	97970,369	100357,348	2786,126
	270	36,98	36,964	83	##	36	1,43		246	45	42	39	21	35	97978,048	100364,260	2782,384

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENC**  
**TOPOGRAFO**

### CARTERA DE CIERRE POLIGONAL

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EL DORADO - SAN CRISTÓBAL - BOGOTÁ , D.C.

17 de octubre de 2004.

Est.	Punt.	Dist Inclinada	Dist. m	ANG. VERT.			P m	HT m	Ang. Obsv.			Ang. Corregido			Azimut			COORDENADAS	
				G	M	S			g	m	s	g	m	s	g	m	S	Norte	Este
M-5	N																	97.922,505	100.301,340
	M-4	73,302	73,160	86	25	42	1,430	1,265							140	57	54	97.865,680	100.347,419
M-4	M-5																		
	M-4A	25,25	24,910	80	35	25	1,430	1,345	115	6	6	115 °	06 '	03,60 "	76 °	03 '	57,60 "	97.871,679	100.371,598
M-4A	M-4																		
	M-4B	31,46	30,420	75	13	36	1,430	1,250	92	42	6	92 °	42 '	03,60 "	348 °	46 '	01,20 "	97.901,518	100.365,673
M-4B	M-4A																		
	M-5A	54,88	54,009	79	46	36	1,430	1,340	163	49	54	163 °	49 '	51,60 "	332 °	35 '	52,80 "	97.949,469	100.340,818
M-5A	M-4B																		
	M-5	56,275	47,810	121	50	0	1,430	1,310	83	4	12	83 °	04 '	09,60 "	235 °	40 '	02,40 "	97.922,505	100.301,340
M-5	M-5A																		
	M-4	73,302	73,160	86	25	42	1,430	1,265	85	17	54	85 °	17 '	51,60 "	140 °	57 '	54,00 "		

APROX. APARATO	0.00	0	0	06'	SUMA E	70.253	SUMA N	83.785	LONG.POLIGONAL	230.309
No VERT	5				SUMA W	70.263	SUMA S	83.793	ERROR	0.013
SUMA. TEORICA	540	540	0	00'	DIF. E-W	-0.010	DIF. N-S	-0.008	CIERRE OBTENIDO	17823
SUMA OBTENIDA	540	540	0	12'	SUMA E - W	140.516	SUMA N - S	167.577	CIERRE ESPECIFICO	1/5.000
ERROR EN ANGULO	0.00	0	0	-12'	CORR E-W	-0.0001	CORR N-S	0.000		
ERROR MAX. PERMISI.	0.00	0	0	14'						

**CARLOS HERNANDO MORENO MORENO**  
TOPOGRAFO

COTA
(m)
2.758,143
2.762,536
2.766,524
2.774,101
2.783,596
2.758,259



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

## LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: CONTRATO DPAE - BARRIO EL DORADO

FECHA DE LEVANTAMIENTO: NOVIEMBRE 03 DE 2004

ESTACIÓN: TALUD DE ESTUDIO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

SUBCUENCA: \_\_\_\_\_

FORMACIÓN: CACHO (Tpc)

A	ORIENTACIÓN		UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	B	C	D	E	F	G	H	I
	RUMBO	BUZAMIENTO			PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO	RUGOSIDAD MACRO	AGUA	No. DE CECIL
0	287	75	Tpc	Arenisca	1	2	3	3	7	3	1	4
0	285	75										
0	290	72										
0	300	60										
0	280	76										
0	205	90										
0	282	76			1	4	3	3	7	3	1	4
0	227	80										
0	222	70										
4	100	20										
4	120	6										

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO      BUZAMIENTO	
AFLORAMIENTO:		FORMA DEL BLOQUE:
LADERA:	340      40-55	EXPLORACIÓN:
		MUESTRAS NÚMERO:
		LEVANTÓ:      JLGP - JA

<b>A. TIPO</b> 0 DIACLASA 1 DIACLASA MAESTRA 2 ZONA CIZALLA 3 FALLA 4 ESTRATIFICACIÓN 5 FOLIACIÓN 6 ESQUISTOSIDAD	<b>B. PERSISTENCIA</b> 1 DISCONTINUA (<2m) 2 POCO CONTINUA (2-5m) 3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m) 4 CONTINUA (>10m)	<b>C. ESPACIAMIENTO</b> 1 MUY JUNTAS (<5 cm) 2 PRÓXIMAS (5-30cm) 3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm-1m) 4 SEPARADAS (1-3m) 5 MUY SEPARADAS (>3m)	<b>D. ABERTURA</b> 1 CERRADA 2 LIGERAMENTE ABIERTA (<0.5cm) 3 ABIERTA (0.5-20cm) 4 MUY ABIERTA (20-50cm) 5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50cm)	<b>E. RELLENO</b> 0 NO EXISTE 1 ARCILLA 2 LIMO 3 ARENA 4 ROCA TRITURADA 5 ÓXIDOS HIERRO 6 CUARZO 7 CALCITA 8 OTROS
<b>F. RUGOSIDAD MICRO</b> ESCALONADA 1 RUGOSA 2 SUAVE 3 ESPEJO DE FALLA  ONDULADA 4 RUGOSA 5 SUAVE 6 ESPEJO DE FALLA  PLANAR 7 RUGOSA 8 SUAVE 9 ESPEJO DE FALLA	<b>G. RUGOSIDAD MACRO</b> 1 ESCALONADA 2 ONDULADA 3 PLANAR	<b>H. AGUA</b> 1 SECA 2 HÚMEDA 3 FILTRACIÓN 4 FLUJO 5 OTROS FLUIDOS	<b>I. NÚMERO DE CECIL</b> 1 ROCA MASIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS 2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES 3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 8 ROCA TRITURADA, MATERIAL PARECIDO AL SUELO	

## LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: CONTRATO DPAE - BARRIO EL DORADO

FECHA DE LEVANTAMIENTO: NOVIEMBRE 03 DE 2004

ESTACIÓN: CORTE VÍA

NOMBRE: \_\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

SUBCUENCA: \_\_\_\_\_

FORMACIÓN: CACHO (Tpc)

A	ORIENTACIÓN		UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	B	C	D	E	F	G	H	I	
	RUMBO	BUZAMIENTO			PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO	RUGOSIDAD MACRO	AGUA	No. DE CECIL	
0	300	42	Tpc	Arenisca									
0	294	50											
0	285	65											
0	217	70											
0	223	80											
0	190	75											
0	200	70											
4	105	55											
4	110	60											

		ORIENTACIÓN		FORMA DEL BLOQUE:	
		RUMBO	BUZAMIENTO		
AFLORAMIENTO:				EXPLORACIÓN:	
LADERA:				MUESTRAS NÚMERO:	
				LEVANTÓ: JLGP - JA	

<b>A. TIPO</b> 0 DIACLASA 1 DIACLASA MAESTRA 2 ZONA CIZALLA 3 FALLA 4 ESTRATIFICACIÓN 5 FOLIACIÓN 6 ESQUISTOSIDAD	<b>B. PERSISTENCIA</b> 1 DISCONTINUA (<2m) 2 POCO CONTINUA (2-5m) 3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m) 4 CONTINUA (>10m)	<b>C. ESPACIAMIENTO</b> 1 MUY JUNTAS (<5 cm) 2 PRÓXIMAS (5-30cm) 3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm-1m) 4 SEPARADAS (1-3m) 5 MUY SEPARADAS (>3m)	<b>D. ABERTURA</b> 1 CERRADA 2 LIGERAMENTE ABIERTA (<0.5cm) 3 ABIERTA (0.5-20cm) 4 MUY ABIERTA (20-50cm) 5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50cm)	<b>E. RELLENO</b> 0 NO EXISTE 1 ARCILLA 2 LIMO 3 ARENA 4 ROCA TRITURADA 5 ÓXIDOS HIERRO 6 CUARZO 7 CALCITA 8 OTROS
<b>F. RUGOSIDAD MICRO</b> ESCALONADA 1 RUGOSA 2 SUAVE 3 ESPEJO DE FALLA  ONDULADA 4 RUGOSA 5 SUAVE 6 ESPEJO DE FALLA  PLANAR 7 RUGOSA 8 SUAVE 9 ESPEJO DE FALLA	<b>G. RUGOSIDAD MACRO</b> 1 ESCALONADA 2 ONDULADA 3 PLANAR	<b>H. AGUA</b> 1 SECA 2 HÚMEDA 3 FILTRACIÓN 4 FLUJO 5 OTROS FLUIDOS	<b>I. NÚMERO DE CECIL</b> 1 ROCA MASIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS 2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES 3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES 7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS 8 ROCA TRITURADA, MATERIAL PARECIDO AL SUELO	

HOJA: \_\_\_\_\_ DE: \_\_\_\_\_

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

**TABLA C.1 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

*ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES EL DORADO*

TALUD No. TALUD DE ESTUDIO

D: Diaclasa  
E: Estratos

ORIENTACIÓN	N20W/55NE
Buzamiento t	55
Azimet: at	340
Fricción	28

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	120	6	no	no	si	no
D1	286	78	si	no	no	no
D2	202	84	si	no	no	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	196	2	no	no	si	no
E1D2	112	6	no	no	si	no
D1D2	262	78	si	no	no	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	120	6	no	no	no
D1	286	78	no	si	no
D2	202	84	no	si	no
			no	no	no
			no	no	no

**TABLA C.2 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

*ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES EL DORADO*

TALUD No. TALUD DE ESTUDIO

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N20W/55NE
Buzamiento t	55
Azmut: at	340
Fricción	28

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E2	100	20	no	no	si	no
D1	286	78	si	no	no	no
D2	202	84	si	no	no	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E2D1	15	2	no	no	si	no
E2D2	114	20	no	no	si	no
D1D2	262	78	si	no	no	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no
			no	no	si	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E2	100	20	no	no	no
D1	286	78	no	si	no
D2	202	84	no	si	no
			no	no	no
			no	no	no

TABLA C.3 ANÁLISIS DE FALLA PLANAR CON GRIETA DE TRACCIÓN PRESENCIA DE AGUA

c (T/m <sup>2</sup> )	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
f (grados)	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00
Agua	0,00	0,00	4,15	4,15	0,00	0,00	0,00	4,15	4,15	0,00	0,00	4,15	4,15	0,00	0,00	4,15	4,15
Sismo	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00

Geometría	b: Longitud horizontal de la grieta (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	f <sub>i</sub> : Inclinación de la cara del talud (grados)	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
	f <sub>s</sub> : Inclinación del plano superior del talud (grados)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	f <sub>p</sub> : Inclinación del plano de falla (grados)	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
	H: Altura de la cara del talud (m)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00

Características geomecánicas	c: Cohesión de la superficie de falla (T/m <sup>2</sup> )	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
	f: Ángulo de fricción de la superficie de falla (grados)	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00
	g: Peso unitario de la roca (T/m <sup>3</sup> )	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80

Agua	g <sub>w</sub> : Peso unitario del agua (T/m <sup>3</sup> )	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	H <sub>w</sub> : Altura del agua en la grieta (m)	0,00	0,00	4,15	4,15	0,00	0,00	4,15	4,15	0,00	0,00	4,15	4,15	0,00	0,00	4,15	4,15

Sismo	a: Aceleración horizontal (sismo)	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24
-------	-----------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cálculo	f <sub>i</sub> : Inclinación de la cara del talud (radianes)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
	f <sub>s</sub> : Inclinación del plano superior del talud (radianes)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	f <sub>p</sub> : Inclinación del plano de falla (radianes)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	f: Ángulo de fricción de la superficie de falla (radianes)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,45	0,45	0,45	0,45	0,31	0,31	0,31	0,31	0,45	0,45	0,45	0,45
	Hg: Altura de la grieta (m)	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15
	A: Área de la superficie de falla (m <sup>2</sup> )	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46
	X: Valor intermedio	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	W: Peso del bloque a deslizarse (Ton)	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58
	U: Fuerza del agua (de fondo) (Ton)	0,00	0,00	50,80	50,80	0,00	0,00	50,80	50,80	0,00	0,00	50,80	50,80	0,00	0,00	50,80	50,80
	V: Fuerza del agua en la grieta	0,00	0,00	8,63	8,63	0,00	0,00	8,63	8,63	0,00	0,00	8,63	8,63	0,00	0,00	8,63	8,63
	FS: Factor de seguridad	1,028	0,714	0,687	0,475	1,252	0,853	0,768	0,510	2,154	1,560	1,707	1,260	2,378	1,700	1,788	1,295

Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	F.S.
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2,378
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2,154
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,252
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,028
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,700
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,560
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,853
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,714
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Sin	1,788
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Sin	1,707
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0,768
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0,687
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,295
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,260
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,510
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,475

Pf distribución lognormal

m hacia atrás	1 año	10 años	25 años	50 años
3	0,14415	0,35711	0,40515	0,42152
6	0,02078	0,12753	0,16414	0,17768
9	0,00300	0,04554	0,06650	0,07489
12	0,00043	0,01626	0,02694	0,03157
15	0,00006	0,00581	0,01092	0,01331
18	0,00001	0,00207	0,00442	0,00561
21	0,00000	0,00074	0,00179	0,00236
24	0,00000	0,00026	0,00073	0,00100
27	0,00000	0,00009	0,00029	0,00042
30	0,00000	0,00003	0,00012	0,00018
33	0,00000	0,00001	0,00005	0,00007
36	0,00000	0,00000	0,00002	0,00003
33	0,00000	0,00000	0,00001	0,00001
36	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001
33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

TABLA C.4 ANÁLISIS DE FALLA PLANAR CON GRIETA DE TRACCIÓN CONDICIÓN SECA

c (T/m <sup>2</sup> )	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
f (grados)	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sismo	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00

Geometría	b: Longitud horizontal de la grieta (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	f <sub>i</sub> : Inclinación de la cara del talud (grados)	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
	f <sub>s</sub> : Inclinación del plano superior del talud (grados)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	f <sub>p</sub> : Inclinación del plano de falla (grados)	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
H: Altura de la cara del talud (m)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00

Características geomecánicas	c: Cohesión de la superficie de falla (T/m <sup>2</sup> )	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
	f: Ángulo de fricción de la superficie de falla (grados)	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00	18,00	18,00	18,00	18,00	26,00	26,00	26,00	26,00
	g: Peso unitario de la roca (T/m <sup>3</sup> )	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80

Agua	g <sub>w</sub> : Peso unitario del agua (T/m <sup>3</sup> )	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	H <sub>w</sub> : Altura del agua en la grieta (m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sismo	a: Aceleración horizontal (sismo)	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,24
-------	-----------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cálculo	f <sub>i</sub> : Inclinación de la cara del talud (radianes)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
	f <sub>s</sub> : Inclinación del plano superior del talud (radianes)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	f <sub>p</sub> : Inclinación del plano de falla (radianes)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	f: Ángulo de fricción de la superficie de falla (radianes)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,45	0,45	0,45	0,45	0,31	0,31	0,31	0,31	0,45	0,45	0,45	0,45
	Hg: Altura de la grieta (m)	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15
	A: Área de la superficie de falla (m <sup>2</sup> )	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46
	X: Valor intermedio	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	W: Peso del bloque a deslizarse (Ton)	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58	114,58
	U: Fuerza del agua (de fondo) (Ton)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	V: Fuerza del agua en la grieta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	FS: Factor de seguridad	1,028	0,714	1,028	0,714	1,252	0,853	1,252	0,853	2,154	1,560	2,154	1,560	2,378	1,700	2,378	1,700

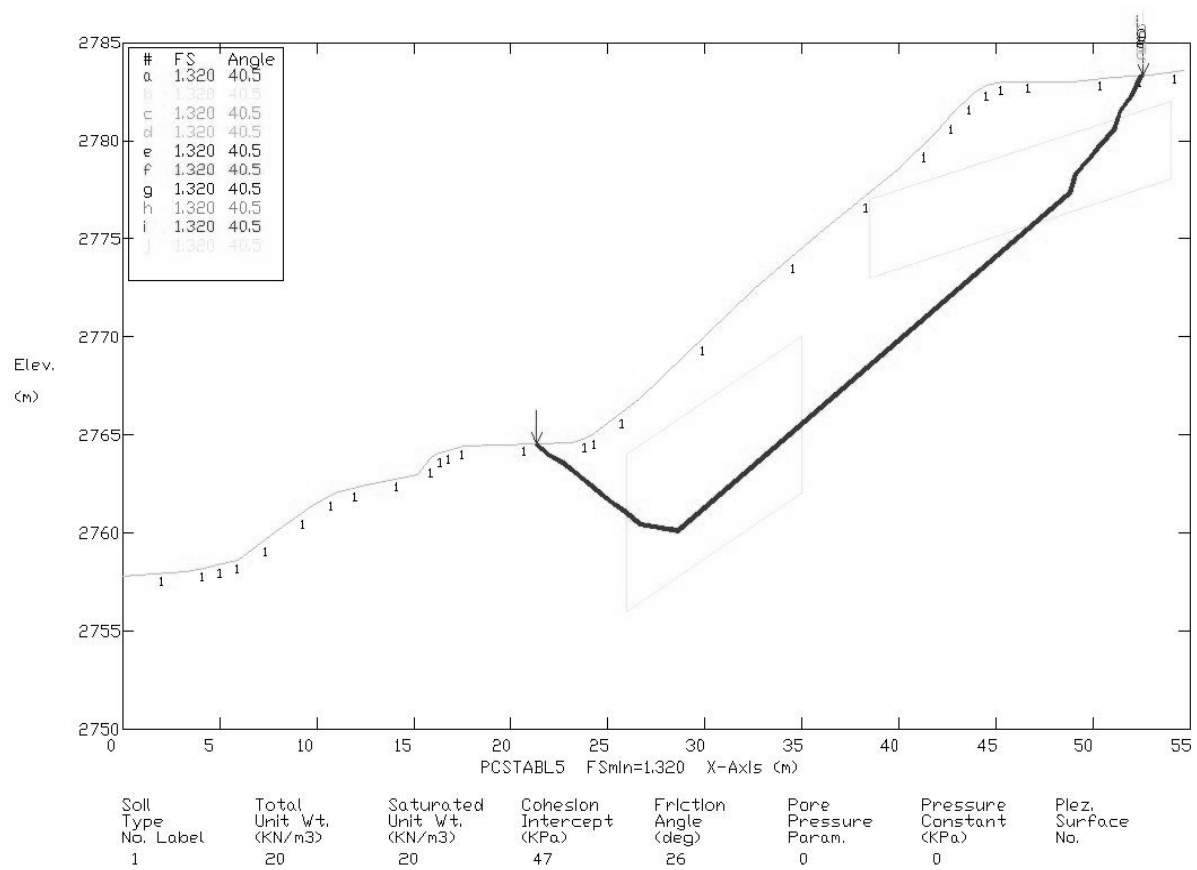
Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	F.S.
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2,378
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2,154
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,252
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1,028
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,700
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1,560
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,853
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0,714
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Sin	2,378
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Sin	2,154
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Sin	1,252
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Sin	1,028
Φ <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,700
Φ <sub>min</sub>	C <sub>max</sub>	Con	Con	1,560
Φ <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,853
Φ <sub>min</sub>	C <sub>min</sub>	Con	Con	0,714

Pf distribución lognormal

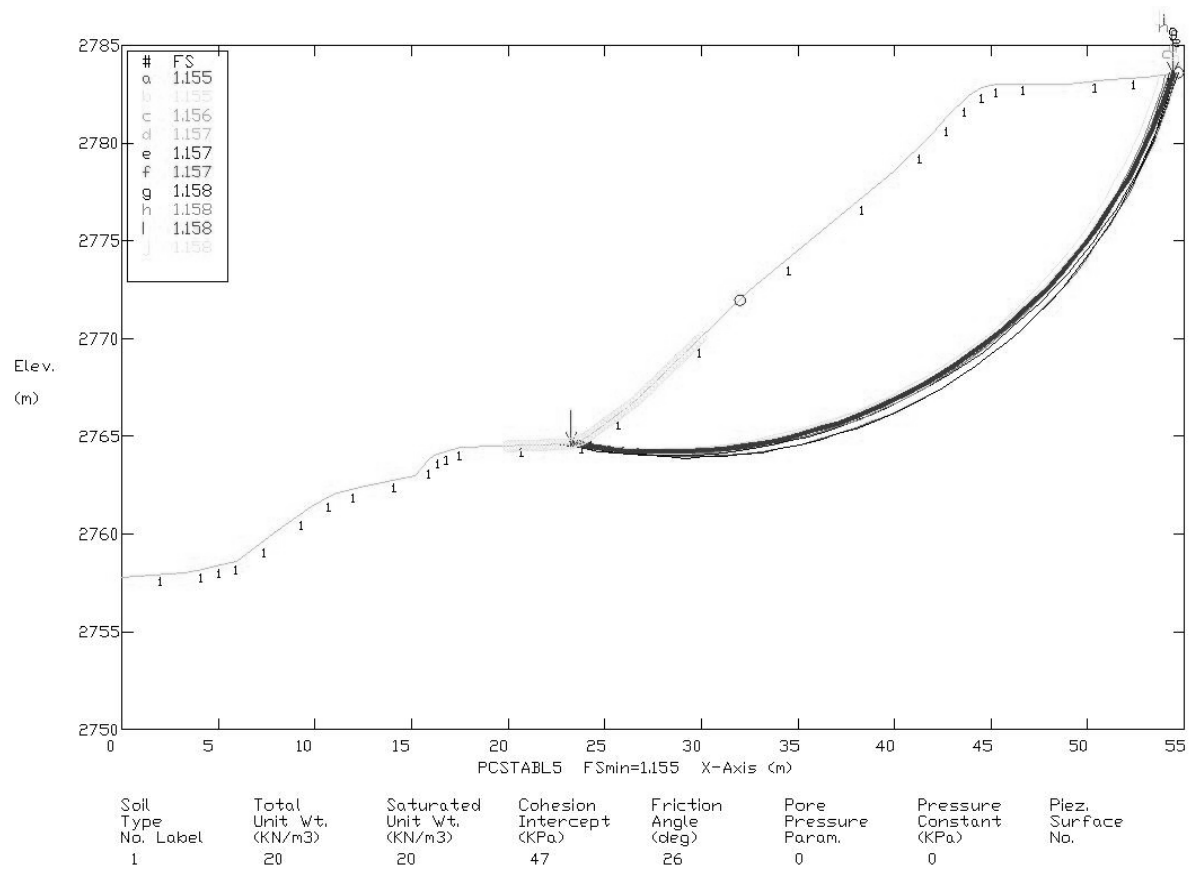
m hacia atrás	1 año	10 años	25 años	50 años
3	0,08912	0,09442	0,10305	0,11683
6	0,00794	0,00892	0,01062	0,01365
9	0,00071	0,00084	0,00109	0,00159
12	0,00006	0,00008	0,00011	0,00019
15	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002
18	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
21	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
24	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
27	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
36	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
36	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
33	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000



**Figura C.1 Superficie de Falla Planar**



**Figura C.2 Superficie de Falla Rotacional**



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**PLANOS**



**FUENTE:**  
 LEVANTAMIENTO CONSORCIO CONSTRUCTORES

**LABOR:**  
 CONSORCIO CONSTRUCTORES  
 CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA  
 DIRECTOR

**INTERVENCIÓN:**  
 FOPAE

**LEVANTO:**  
 CARLOS BERNARDO MORENO

**REVISÓ:**  
 CARLOS BERNARDO MORENO

**APROBÓ:**  
 CARLOS BERNARDO MORENO

**ESCALA 1 : 250**

**PROYECTO:**  
 CONTRATO DE CONSERVACIÓN FOPAE No. 2008 DE 2004  
 ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE BARRIO INDUSTRIAL Y  
 PUNTO No. 6

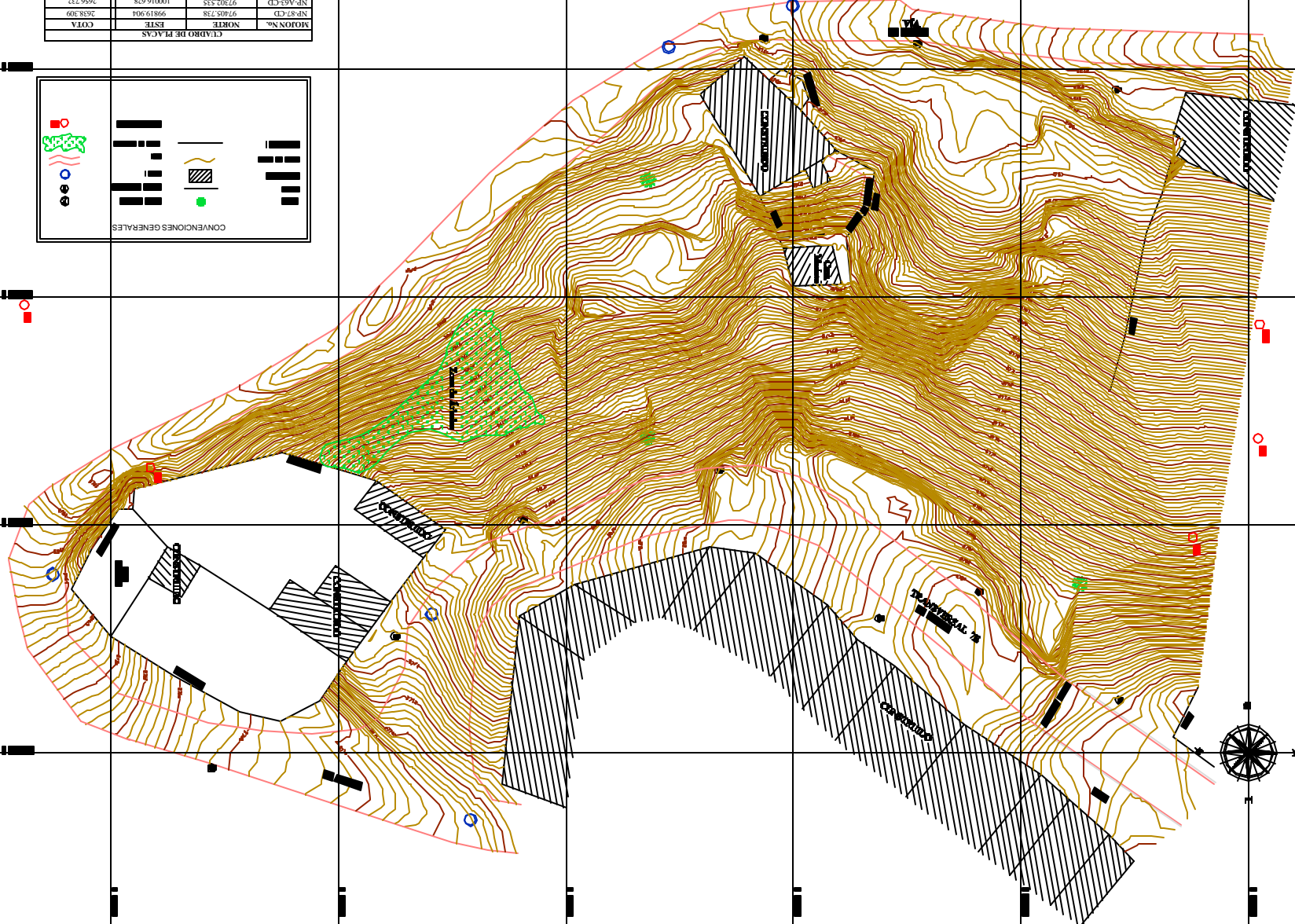
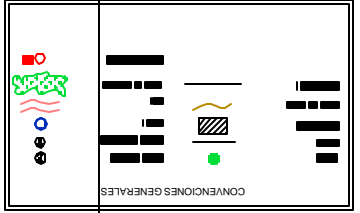
**CONTIENE:**  
 BARRIO EL DORADO - LOCALIDAD SANTA ISABEL  
 PLANO TOPOGRAFICO

**ARCHIVO:**  
 Anexo D - Plano D1.dwg

**PLANO No. 1**

NOTA: ESTE PLANO HACE PARTE INTEGRAL DEL DISEÑO, POR LO CUAL DEBE CONSULTARSE SIMULTANEAMENTE CON LOS DEMÁS DOCUMENTOS DEL INFORME

CUADRO DE PLACAS	
MOTON No.	NORTE
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504
97405.738	95619.504



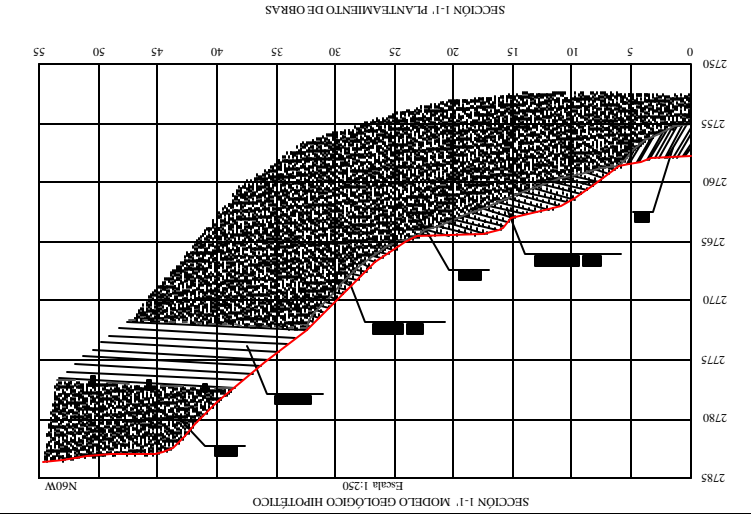
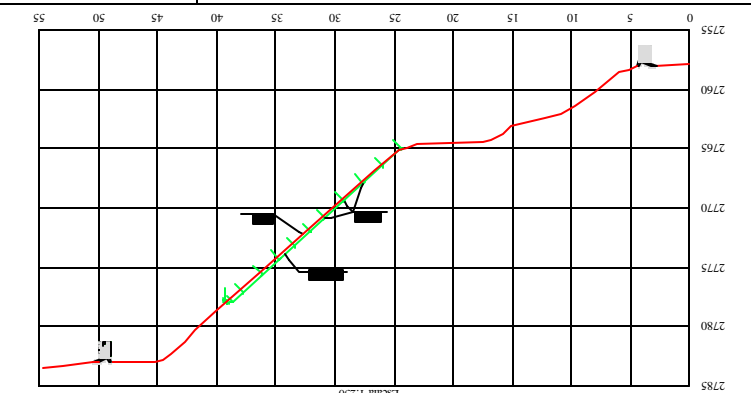
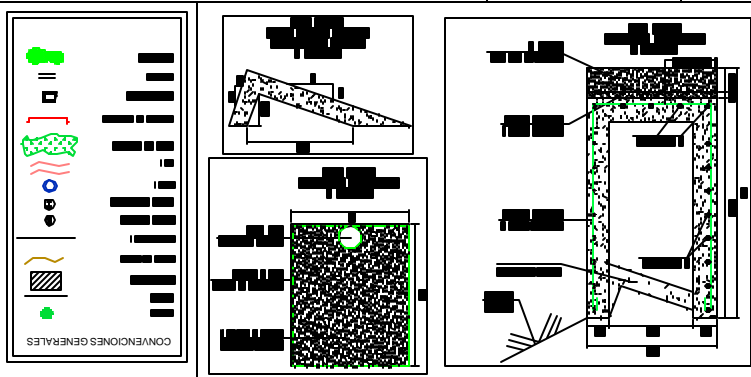
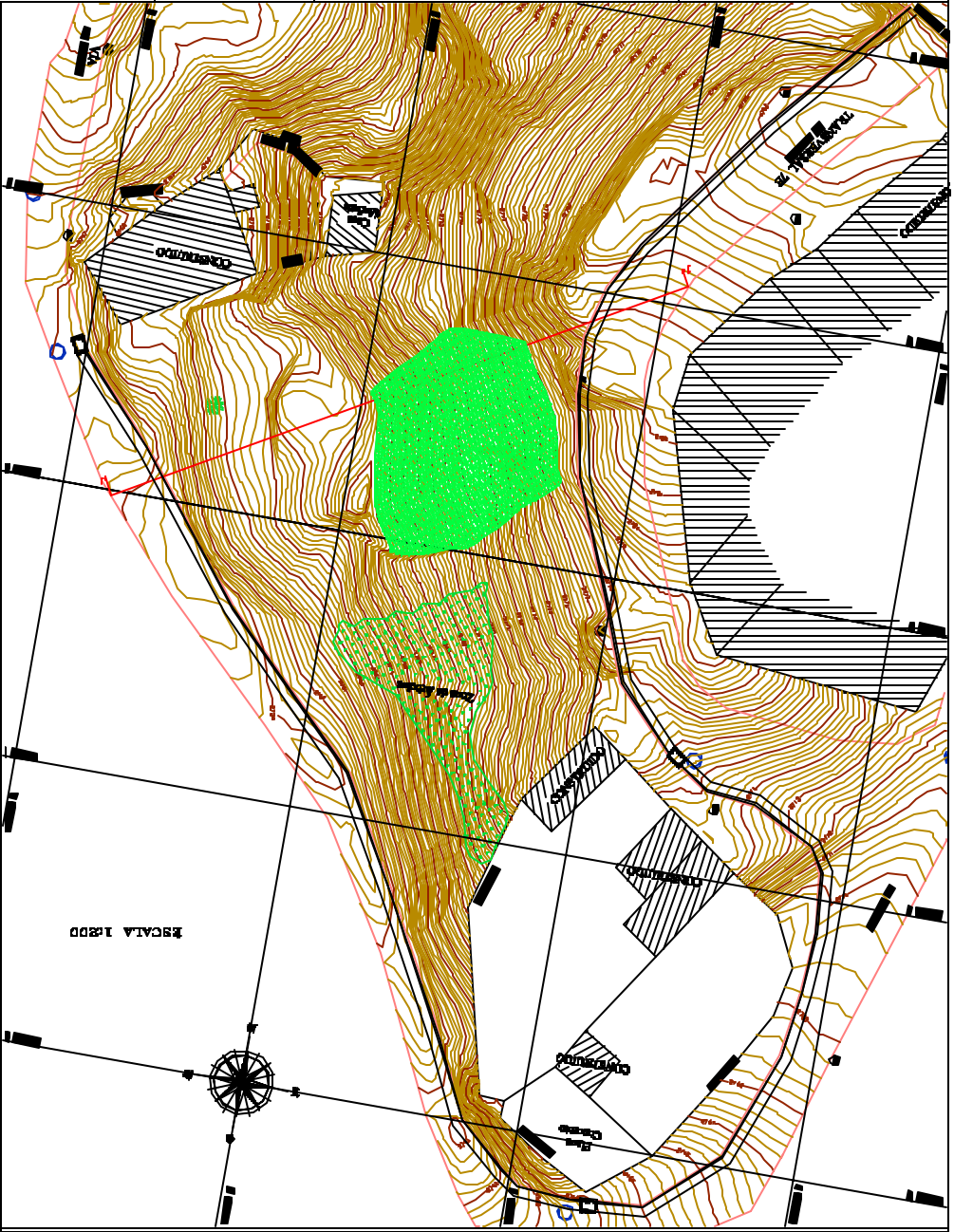


FUENTE	LEVANTAMIENTO CONSORCIO CONSTRUCTORES
LABORISTA	CONSORCIO CONSTRUCTORES CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA DIRECTOR
INTERVENCIÓN	FOPAE

LEVANTO	CARLOS HECTOR CANTILLO RUEDA
REVISÓ	CONSORCIO CONSTRUCTORES
APROBÓ	CONSORCIO CONSTRUCTORES

DEBUI	JOSE TORRES
FECHA	NOVIEMBRE DE 2004
PROYECTO	RECONSTRUCCION DE LA ZONA DE LA COMUNIDAD SANTA PAZ

ARCHIVO	ANEXO D - Plano D.dwg
PLANO No.	2



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**PUNTO No. 6 – EL DORADO 2 , SANTAFÉ**

---

## **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

## **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Contratante designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO E PAG. 1	
VERSION:	1.0			FECHA	NOVIEMBRE/04
ELABORO:	CC	REVISO:	JL	APROBO:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Contratante las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.



El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de Proctor modificado, granulometría y límites de Atterberg (éstos últimos para el material que pase el tamiz # 200) para el material seleccionado de los rellenos (Recebo tipo B-200).
- Ensayos de densidad de campo, granulometría y límites de Atterberg para el control de la compactación de rellenos.

- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados (malla, varillas).

### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 EXCAVACIONES (APLICABLE A ÍTEMS 1.1 Y 1.2)**

##### **Descripción**

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones y reconfiguraciones para la construcción de los filtros y el material obtenido del perfilado del talud de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor.

##### **Alcance**

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y el descapote, excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

##### **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

##### **Seguridad durante la ejecución**

Los taludes se excavarán adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando cualquier causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Las medidas especiales para la protección superficial del talud deberán realizarse en el menor tiempo técnicamente factible.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán por su propia cuenta.

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de las excavaciones en todo momento y dará cumplimiento a las disposiciones contempladas en las normas laborales y de seguridad.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces. Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

Es necesario, cuando las excavaciones superen los 1,2 m de profundidad efectuar protección de los taludes mediante entibamientos. A lo largo del filtro, las excavaciones se harán por tramos de 4 m, alternados.

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

## **3.2 FILTRO – CUNETTA (ÍTEM 2.1)**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de filtros con cuneta para subdrenaje, geotextil, tubo perforado y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de insumos y la construcción de filtros y cunetas, con el relleno respectivo. Las excavaciones se incluyen en el ítem respectivo.

### **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción del filtro.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del filtro inferior sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, según el detalle del filtro, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslape mínimo de treinta centímetros (0,30 m). Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. Antes de colocar el material filtrante debe instalarse en el fondo de la zanja el tubo perforado de PVC para uso hidráulico tipo filtro. De igual forma se conectará al filtro la tubería cerrada de PVC para su desagüe respectivo.

Después de instalado el filtro inferior se efectuará el relleno en material común (recebo común). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm

de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación.

La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 95% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

Posteriormente se fundirá la cuneta en concreto de 3000 psi, de acuerdo con las especificaciones, alineamientos y cotas.

### **Materiales**

Concreto: f'c a los 28 días 3000 psi (Ver **Numeral 3.4**)

Geotextil: Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 2000 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

Material filtrante: Debe ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes, de tamaño menor a 3". El material filtrante deberá estar constituido por gravas. No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

Tubo de PVC: Como conducto de fondo se utilizará un tubo perforado de PVC de 4".

Recebo: Recebo común

### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

### **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de filtro - cuneta que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

## **3.3 ALCANTARILLAS EN CONCRETO IMPERMEABILIZADO (ÍTEM 2.2)**

### **Descripción**

Esta estructura se constituye en la obra de cruce de vías para los flujos de aguas lluvias colectados por las cunetas, o las que se ejecuten en cauces permanentes o intermitentes para su canalización o rectificación, según lo indicado en los planos o lo que ordene el contratante.

## **Alcance**

El trabajo incluye la localización y replanteo de la obra, la construcción de un solado de material granular y de rellenos a lo largo de la tubería; las uniones a cajas de drenaje y la remoción y disposición de todo material sobrante, al terminar la construcción.

## **Método y procedimientos de construcción**

Las alcantarillas se construirán con tubería de PVC de 4" y las obras de entrada y salida de la alcantarilla en concreto reforzado e impermeabilizado. Las dimensiones y especificaciones de instalación son las indicadas en los planos de diseño. El Contratista, previamente a la instalación de la alcantarilla, solicitará la autorización del contratante. Igualmente, una vez realizadas las excavaciones, el Contratista deberá obtener la autorización del contratante para la colocación de la tubería y las estructuras de entrada y salida.

La instalación de la tubería sólo se podrá iniciar cuando se tengan las subrasantes definitivas. El ancho de las zanjas para tuberías se construirá en el ancho mínimo indicado en los planos o definido por el contratante para la colocación de la tubería que conforma la alcantarilla. Antes de iniciar las excavaciones se verificará la nivelación para obtener los cortes de construcción.

Si la fundación es en tierra buena y firme, la tierra será cortada en forma tal, que proporcione un apoyo completo al tercio inferior de cada tubo. Para asegurar una fundación firme, en caso de que la excavación se haya hecho más profunda de lo necesario, se deberá rellenar la sobre-excavación con concreto Clase G.

Si no hay buena fundación natural, las tuberías se colocarán en un lecho de concreto sostenido en una fundación llevada hasta un suelo de resistencia satisfactoria, o apoyadas en una estructura diseñada para transmitir el peso de la tubería y de su carga a un apoyo firme.

Antes de iniciar la colocación, las tuberías se limpiarán cuidadosamente de materias extrañas. Se iniciará la colocación de la tubería partiendo de las cotas más bajas de la red hasta las más altas.

Antes de proceder con el relleno de las zanjas, se revisará la nivelación de todas las tuberías instaladas. El error máximo tolerable en las cotas de batea, por cada tramo de 1,0 m de tubería colocada será: Para pendientes comprendidas entre el 0,1% y el 1,0% se admitirá un error que va de 1,0 mm a 10,00 mm; entre el 1,0% y el 5,0% el error será hasta 15,0 mm y para las mayores de 5,0% hasta 20,0 mm.

El relleno de la zanja se podrá iniciar sólo cuando el contratante lo autorice. El material de relleno se seleccionará y depositará previendo la seguridad futura de las tuberías. Para el relleno se usará tierra libre de desperdicios, materia orgánica, piedras, basura y otros materiales fangosos o inapropiados. La densidad seca mínima del material a colocar será la que corresponda al 90% del ensayo Próctor

Estándar. Esta densidad nunca será menor de 1,5 ton/m<sup>3</sup>. El relleno se hará en capas de 0,10 m sólidamente apisonadas.

No se permitirá caminar o trabajar sobre las tuberías instaladas, excepto lo necesario para el relleno y apisonado, y solamente cuando aquel alcance una altura de 0,30 m sobre la clave de las tuberías. El relleno de las zanjas se hará simultáneamente a ambos lados de las tuberías, de tal manera que no se produzcan presiones laterales. Los primeros 0,30 m sobre la clave se apisonarán manualmente y a partir de allí con equipos mecánicos de compactación. No se permitirá acumular materiales a menos de 0,60 m del borde de la zanja.

### **Materiales**

Concreto: f'c a los 28 días 3000 psi, impermeabilizado (Ver **Numeral 3.4**)

Tubo de PVC: 4".

Recebo: Recebo común

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3) .

### **Medición**

Se medirá sobre planos la cantidad de M3 que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

## **3.4 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA OBRAS EN CONCRETO REFORZADO (ÍTEM 2.1 Y 2.2)**

### **Descripción**

Los trabajos de concreto consisten en el conjunto de operaciones necesarias para la construcción de estructuras en concreto, incluyendo la colocación y acabado del concreto u hormigón, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

### **Alcance**

Esta especificación cubre los requisitos referentes a formaletas, colocación, fraguado, acabados y reparación de todo el concreto vaciado en sitio que se va a usar en la construcción de las estructuras permanentes de la obra.

Dentro de las actividades referidas (filtros-cunetas y alcantarillas) se incluyen la localización y replanteo de las obras, el suministro, colocación de insumos y formaleta; amarres de refuerzos; preparación, vaciado y curado del concreto; desformaleteada y demás actividades relacionadas.

## **Método y procedimientos de construcción**

Esta actividad se iniciará con la localización y replanteo de las obras.

El Constructor instalará las formaletas de manera de garantizar que las mismas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla. Se colocará luego el refuerzo con sus respectivos amarres. Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de base, se procederá a colocar el concreto.

Se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de elemento en concreto. El Interventor definirá si la junta se sella o no. El concreto deberá ser compactado y curado.

El Constructor nivelará cuidadosamente las superficies para que la obra quede con las verdaderas forma y dimensiones indicadas en planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas aplicando un mortero aprobado por el Interventor.

La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia de la Interventoría, excepto en determinados sitios específicos previamente aprobados por ésta.

El concreto no deberá colocarse bajo la lluvia, sin permiso de la Interventoría, dicho permiso se dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que en opinión de la Interventoría, sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

En todos los casos, el concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de vibradores o martillos de caucho. Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposita, para evitar así que éste salpique o que haya segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión o que choque contra los encofrados o el refuerzo. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores de 1,5 m.

No se permitirá el uso de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya endurecido hasta tal punto que no se pueda colocar apropiadamente, será desechado.

El Contratista deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto por lo menos durante veinticuatro (24) horas después de que éste se haya colocado.



El concreto se consolidará mediante vibración o golpe con martillo de caucho hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes y en posición casi vertical. La cabeza del vibrador debe penetrar profundamente dentro del concreto.

No se deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Debe tenerse cuidado de que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deberán operar por lo menos a 7.000 rpm.

Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización de la Interventoría. A fin de que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán moverse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente.

Los encofrados deberán removerse en forma tal que no ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras o cualquier otro daño en el concreto. Solamente se permitirá utilizar cuñas de madera para retirar los encofrados del concreto. Los encofrados y la obra falsa solo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta y siempre y cuando la remoción no le cause absolutamente ningún daño al concreto.

El curado se hará cubriendo las superficies con un tejido de fique saturado de agua o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo, aprobado por la Interventoría, que conserve continuamente (y no periódicamente) húmedas las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado suficientemente, hasta el final del período especificado del curado.

### **Estética y apariencia**

La superficie final debe ser uniforme en cuanto a su apariencia y geometría. Los concretos van a la vista por sus caras expuestas. El Constructor debe fijar muy bien sus formaletas para que éstas no se deformen en el vaciado.

### **Equipo**

Preparación del concreto: Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m<sup>3</sup>). La mezcla manual sólo se efectuará por autorización escrita del Interventor.

**Formaleta:** El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, las cuales pueden ser de madera o metálicas.

**Transporte:** Cualquier sistema de transporte o de conducción del mortero o concreto deberá contar con la aprobación del Interventor.

## **Materiales**

**Concreto:** f'c a los 28 días: 3.000 p. s. i., y en el caso de las alcantarillas será impermeabilizado. Se tomarán muestras compuestas por 6 cilindros para ensayar una pareja a los 7 días, otra a los 28 días y la otra servirá de testigo.

**Acero de refuerzo:**  $f_y=4.200 \text{ kg/cm}^2$

**Sellante para juntas:** Material asfáltico o premoldeado según normas AASHO

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en las Normas Sismorresistentes e ICONTEC

## **Unidad de pago y medición**

Ya se incluyó en los numerales respectivos.

### **3.5 PROTECCIÓN CON BIOMANTO (ÍTEM 3.1)**

#### **Descripción**

Consiste en preparar la superficie a proteger, agregar un sustrato rico con materia orgánica, semillas, abono y posteriormente cubrirlo con una fibra natural (Biomanto).

Se recomienda este sistema de protección de taludes en suelos areno-arcillosos con bajo contenido de agregados pétreos. En la fotografía S2-A6-1 se ilustra la aplicación de este sistema. Obsérvese las características de la capa de lodo orgánico aplicado antes del cubrimiento de la superficie.

El material vegetal presenta mayor vigorosidad con respecto a otros sistemas. En caso de altas precipitaciones el sistema es el más resistente.

#### **Alcance**

Incluye el suministro de la malla, abonos, agua y otros materiales, acarreo, siembra y mantenimiento, equipos y herramientas, mano de obra y todas las actividades necesarias para completar en un todo esta parte de la obra, de acuerdo con los planos y las especificaciones.

## **Funcionamiento de los biomantos o agrotexiles**

Fundamentalmente son desarrollados para disminuir la incidencia de los principales factores erosivos, favoreciendo el crecimiento de una nueva capa vegetal sin contaminar el medio ambiente.

Una vez instalados de acuerdo con las recomendaciones sobre el tema y como parte de una solución integral de ingeniería en la que la estabilidad de los taludes o de las zonas a tratar este garantizada, los BIOMANTOS y los AGROTEXILES, realizan el siguiente trabajo:

- ? Frenan el impacto de las gotas de lluvia, uno de los principales agentes erosivos, estos textiles, de diferentes construcciones detienen por completo o frenan el energía cinética de la gota de agua o del granizo, adicionalmente evitan el salpique una vez ha impactado el agua produciendo que la humedad llegue al suelo sin dañarlo.
- ? Al cubrir el 100% del área expuesta, neutralizan la acción del viento, el cual no solo levanta partículas de suelo sino que produce resecamiento rápido, muy en contra de los requisitos del componente vegetal.
- ? Los biomantos, están contruidos de forma que permiten el paso moderado de luz solar facilitando la germinación y el desarrollo de la planta, favorecido a su vez, por la cualidad de retener y liberar humedad, creando un microclima entre el suelo y el textil. El crecimiento de la planta a través del textil asegura a la planta entretanto se ancla al suelo con sus raíces.

Lo anterior esta integrado a una técnica adecuada de selección y utilización y a la oferta de productos complementarios para su instalación, como son las grapas de fijación y el hidrotenedor para mantener agua y favorecer el proceso propiamente de revegetalización, germinación, crecimiento y permanencia vegetal, al mantener agua que entrega a las raíces de las plantas.

## **Recomendaciones para la instalación**

### **Inclinación del talud**

Trata del ángulo de inclinación del talud, este debe ser reconformado de manera que este liso, libre de protuberancias o depresiones bruscas, se pretende que tenga una forma suave, antes de iniciar el proceso de siembra deberá afeitarse la capa expuesta que puede estar muy alterada o impermeable.

### **Tipo de siembra**

#### Lodo Fértil

Técnica que consiste en preparar un lodo que contiene tierra negra (orgánica), material arcilloso, semillas, fertilizantes e hidrotenedor (opcional), con éste se enmascara o pañeta toda la cara del talud a revegetalizar y sobre este se instala el AGROTEXTIL (o biomanto). La fórmula de preparación del perfil orgánico para cubrir aproximadamente 20 m<sup>2</sup> de talud es: A 1 m<sup>3</sup> de tierra orgánica (puede ser 70% top soil y 30% tierra arcillosa) se adiciona 10 kg de Mulch preparado, proveniente del aprovechamiento forestal, 500 gramos de fertilizante químico tipo NPK y agua suficiente para convertir este sustrato en lodo para el caso de aplicación en pañete (solo en inclinaciones del talud más altas del ángulo de reposo)

### Instalación del biomanto

Se recomienda colocar el manto de modo que se evite templearlo, se busca que el 100% del área este en contacto íntimo con el suelo, en los AGROTEXTILES se debe hacer traslapeo máximo de 5 cm, para evitar inhibir la germinación.

En la parte superior e inferior el manto debe enterrarse en una pequeña cuneta, haciendo un doblez y anclando con las grapas antes de colocar nuevamente la tierra removida. (Figura 1)

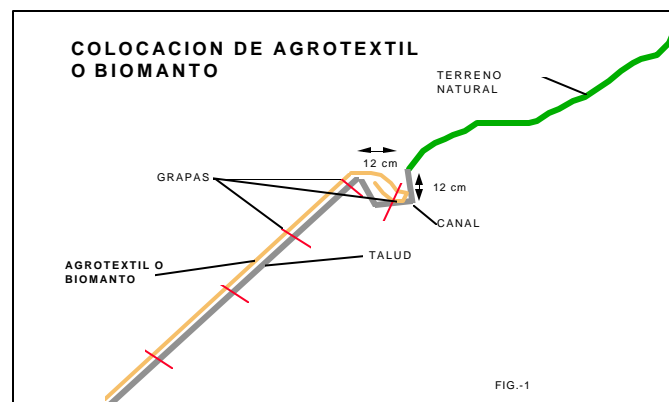
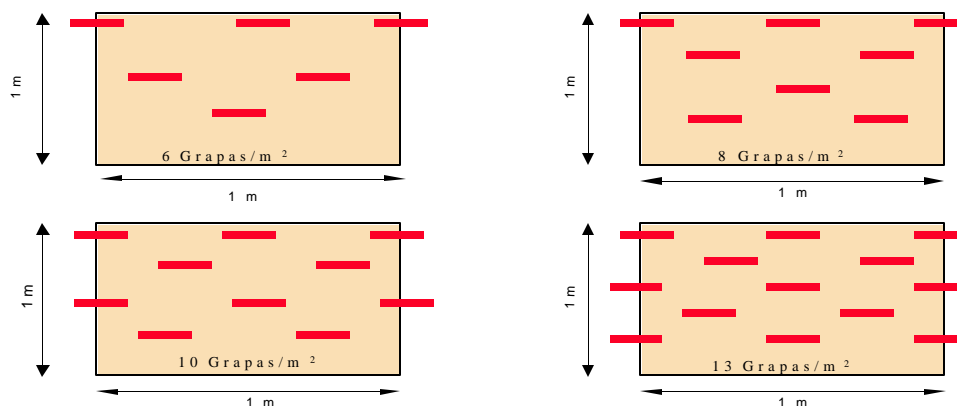


Figura 1. Instalación de manto orgánico (Fuente TexComercial)

### Fijación del manto

Se refiere al número de grapas por metro cuadrado de manto, se recomiendan grapas adecuadas al tipo de suelo del talud de aproximadamente 5 cm de amplitud pues con esto se consigue que la mayor área de manto quede en contacto íntimo con el suelo, y se debe disponer en forma triangular para evitar la formación de canales por entre el manto y el suelo. Figura 2



(Fuente Texcomercial)

Inclinación	No. de grapas / m <sup>2</sup>
Talud < 3:1	6
3:1 < Talud < 2:1	8
2:1 < talud < 1:1	10
Talud > 1:1	13

**Figura 2 Disposición de grapas para asegurar el manto**

#### ✍ Mantenimiento

El contratista deberá mantener y conservar en perfecto estado las zonas de cobertura vegetal, de acuerdo con estas normas, hasta su entrega y recibo definitivo, la cual no tendrá lugar sino 90 días, por lo menos, después de efectuada la siembra.

Para tal fin deberá aplicar el riego, insecticidas, fertilizantes y cualquier otro material necesario y deberá tomar las medidas apropiadas para impedir su deterioro, por causa de sus propias actividades o por acciones de terceros.

El contratista deberá reparar satisfactoriamente y a su propia costa, cualquier área defectuosa o deteriorada con la aprobación de la Interventoría.

#### **Medidas y pagos**

El manto de tejido abierto Biomanto se medirá por el área en metros cuadrados (M<sup>2</sup>) con aproximación a un decimal, efectivamente cubierta y terminada, de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la Interventoría. Las medidas se tomarán en el terreno, paralelamente a la superficie.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO F**  
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE**  
**PRECIOS UNITARIOS**

**Punto No. 6 - El Dorado 2, Santa Fe**

<b>CANTIDADES DE OBRA</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>		
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	360,00
1.2	Reconformación, perfilado y corte de talud	M3	80,00
<b>2</b>	<b>Obras de drenaje</b>		
2.1	Filtro-cuneta	ML	235,00
2.2	Alcantarillas concreto impermeabilizado	M3	5,50
<b>3</b>	<b>Obras de estabilización y protección</b>		
3.1	Protección con biomanto	M2	390,00

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO G**  
**CRONOGRAMA**



**Punto No. 6 - El Dorado 2, Santa Fe**

CRONOGRAMA DE OBRAS												
ACTIVIDAD	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Movimiento de tierras	■	■	■	■	■	■						
Obras de drenaje		■	■	■	■	■	■	■	■			
Obras de estabilización y protección						■	■	■	■	■		

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO H**  
**ARTÍCULOS DE PRENSA**



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS  
LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN  
CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE  
Y SUBA DE BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL  
PUNTO No. 7 – NUEVA COLOMBIA,  
CIUDAD BOLÍVAR  
DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. 2172**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, DICIEMBRE DE 2004**

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2172**

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004**

**PUNTO No. 7 – NUEVA COLOMBIA, CIUDAD BOLÍVAR**

---

**1 LOCALIZACIÓN**

Localidad : Ciudad Bolívar (19)  
Barrio : Nueva Colombia  
UPZ : (67) Lucero  
Dirección : Carrera 18L entre calles 70L y 70K sur (antiguas 69F y 69G sur)  
Fecha de visita : Noviembre de 2004.  
Área de influencia : 0,5 ha  
No. de predios evaluados: Cinco (5)  
Población beneficiada : Aproximadamente 25 personas, que habitan las viviendas que colindan con la zona  
Vigencia : Temporal, mientras no se modifiquen las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

**2 DIAGNÓSTICO**

En el barrio Nueva Colombia se registran varios episodios de inestabilidad del terreno a través de las últimas décadas; prueba de ello son los múltiples estudios realizados con el fin de dar solución a los diferentes eventos. Entre ellos se tienen como fuentes de información secundaria:

- El Informe Diagnóstico “Estudios Geológicos y Geotécnicos en Sectores Críticos de Inestabilidad en Bogotá D. E. Barrios: Villa Gloria, Nueva Colombia, El Triunfo y Compartir” (Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda. ILAM, 1988).
- La “Zonificación de Amenazas y Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las obras para Estabilizar un tramo de la Margen Izquierda de la Quebrada el Zanjón de Limas, en los Barrios Manitas y Nueva Colombia, Localidad de Ciudad Bolívar” (Ingeocim Ltda., 1999).
- Informes de Interventoría Nos. 1 al 5 de la “Construcción de las Obras de mitigación de riesgos en el barrio Nueva Colombia, sector Quebrada el Zanjón

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0	FECHA	NOVIEMBRE/04		
ELABORÓ:	GIA	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS

de Limas, Localidad Ciudad Bolívar” (Gelver A. Ayala R., julio-septiembre de 2004).

Los dos primeros refieren una fecha de fundación del barrio el año 1981, una aguda actividad antrópica y múltiples transformaciones morfodinámicas, definidas por flujos lentos (reptación), deslizamientos rotacionales y traslacionales, retrogresivos, circunscritos a las laderas que vierten sobre la Quebrada el Zanjón de Limas, y clasificados como activos-avanzados y activos-colapsados. Tales movimientos fueron consecuencia de la combinación de períodos de lluvias intensos y prolongados, con el mal manejo de aguas servidas (como es el caso de la precaria red de alcantarillado), con vertimiento (flujo concentrado) sobre los materiales producto del corte para la adecuación del sector.

En el caso particular que compete a este informe, tiene importancia la construcción en 1993 de un muro de gaviones posiblemente como estructura de contención y su posterior colapso un año después. Fue así como, haciendo parte del estudio de Ingeocim Ltda. (1999), se planteó la construcción de una pantalla anclada con el fin de reemplazar los gaviones y de esta manera contener la masa, que en la actualidad se clasifica como estabilizada-colapsada. La configuración geométrica de la nueva estructura es de una altura de 3 m, inclinación de 60° con la horizontal, dos líneas de anclajes con carga de 24 toneladas cada uno, separados cada 2,8 m definiendo longitudes totales de 10 m en la línea superior y de 7 m en la línea inferior, y longitud de desarrollo del anclaje de 6 m.

En el año 2004, el FOPAE adelantó el proceso de contratación para la construcción de la nueva estructura. El contratista seleccionado fue la Unión Temporal NBM, que inició trabajos en septiembre del mismo año.

Durante la ejecución de la obra se pudo detectar que la construcción de una nueva red de alcantarillado intersectaba el alineamiento inicial de la obra, lo que obligó a redireccionar la obra de contención. En esa oportunidad, la Interventoría de la obra solicitó a la firma consultora GIA Consultores Ltda. (2004) la evaluación del nuevo arreglo; dicha entidad encontró que los cambios propuestos no van en detrimento de la condición de estabilidad general. Sin embargo, con el avance del proceso constructivo se encontró que los anclajes no tienen la capacidad de desarrollar la carga de diseño y, en consecuencia, surgió la necesidad de evaluar el diseño interno del anclaje, lo cual es objeto del presente informe.

### **3 ESTUDIOS BÁSICOS**

Para la evaluación del diseño de la pantalla, es preciso eliminar las incertidumbres asociadas al modelo geológico y a las propiedades de resistencia de los materiales, que se derivan de los estudios citados. De esta forma, además del programa de perforaciones y ensayos de laboratorio ejecutado por el Consorcio Constructores, en este numeral se emplea información del estudio de Ingeocim Ltda. (1999).

### 3.1 Exploración del subsuelo

Para el sector que corresponde a la pantalla, se cuenta con el sondeo S-1 del estudio de Ingeocim Ltda. de 6,55 m de profundidad; así mismo el Consorcio Constructores realizó dos (2) perforaciones entre 5,45 m y 6,80 m de profundidad, ubicadas en el trasdós de la pantalla, en la octava línea de anclajes (abscisa K0+020, según la nomenclatura empleada por la interventoría en el seguimiento a la obra). Los registros de perforación se incluyen en el **Anexo A**, y con ellos se establecieron tres estratos fundamentalmente: Un depósito de material movilizado, uno de suelo residual y otro de arcillolita (Material parental del anterior).

### 3.2 Ensayos de campo y laboratorio

Con el objeto de evaluar los parámetros de resistencia al corte, en especial del relleno heterogéneo, se llevaron a cabo ensayos *in situ* de penetración estándar (véase **Tabla 1**). Además, el programa de ensayos involucró muestras para caracterización geomecánica: Límites de Atterberg, compresión inconfiada, corte directo, y pruebas indicativas de resistencia y compresibilidad, como humedad natural y peso unitario. Se le dio énfasis a los horizontes de suelo residual y arcillolita, por ser ellos quienes cobijarían la posición del bulbo. Los resultados de los ensayos de clasificación y resistencia se resumen en la **Tabla 1**.

**Tabla 1 Tabla Resumen de Ensayos de Laboratorio**

Sondeo	Muestra				SUCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ <sub>t</sub> (T/m <sup>3</sup> )	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	CORTE DIRECTO		SPT	
	No.	Profundidad (m)										c' (T/m <sup>2</sup> )	φ' (°)	c' (T/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
		de	a	media											
S1	2	0,65	1,10	0,88	CL	25,0	45,2	19,9	25,3	2,068				0,00	29,9
S1	4	1,65	2,10	1,88	CL	16,8	33,3	17,2	16,1	2,139					
S1	6	2,65	3,10	2,88	CH	22,4	54,8	22,6	32,2						
S1	7	3,15	3,60	3,38	CH	19,5	51,9	21,9	30,0						
S1	8	3,69	4,20	3,95	CH	21,0	50,8	19,7	31,1	2,123	4,42	5,20	21,2		
S1	12	5,75	6,20	5,98		15,4				2,108		9,20	18,6		

### 3.3 Caracterización geomecánica

Dado que no se pudo obtener una muestra para la ejecución de ensayos de resistencia en el material de depósito (los del residual y la arcillolita son los ejecutados sobre las muestras 8 y 12 respectivamente), se empleó el siguiente procedimiento para su determinación:

En primera instancia, de ser válidos los valores propuestos por Ingeocim Ltda., la excavación para la pantalla hubiera fallado durante el proceso constructivo, lo que no sucedió. Un análisis sencillo de los factores de seguridad, con variable sismo estimada en 0,05 g (efecto de las vibraciones) se muestra en la **Tabla 2**, en donde es notorio que, incluso para la condición seca sin sismo, existe probabilidad de falla (Factor de Seguridad, F. S.= 0,80).

**Tabla 2 Factores de Seguridad para la excavación**

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			$\phi'$ max (°)	c' max (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
02107A	K0+020	Depósito	30,3	0,23	Sin	0,00	0,804
					Sin	0,05	0,746
					Con	0,00	0,210
					Con	0,05	0,179

Así, para establecer los posibles parámetros de resistencia se fija el ángulo de fricción, y se revisa en la dirección probable de movilización la variación de la cohesión, para garantizar F.S. superiores a la unidad, en estados seco sin sismo, siendo concordantes con la respuesta de campo, pues aún no se ha presentado falla alguna.

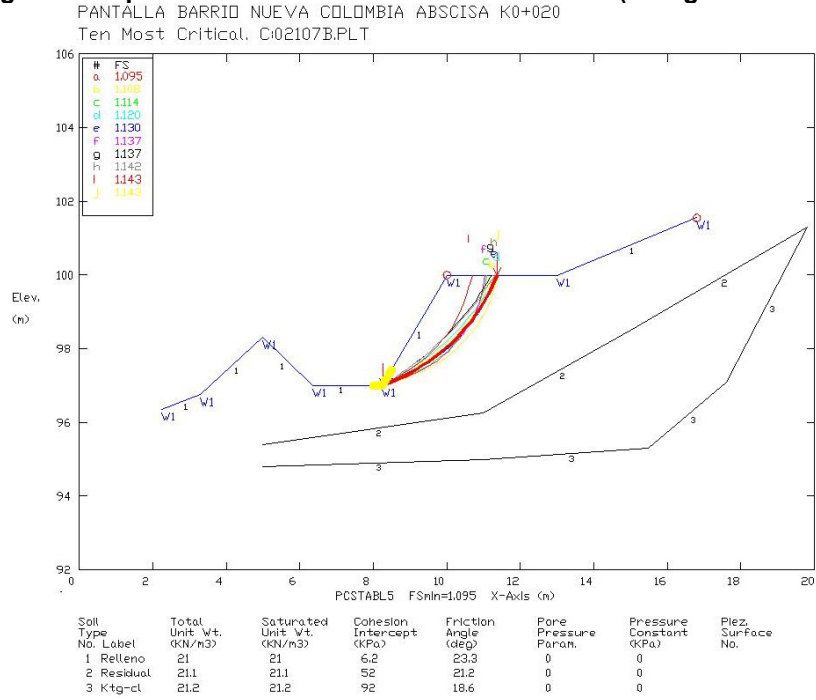
Para determinar el valor del ángulo de fricción, se tuvo como insumo la comparación de las topografías de 1988 y 1999 por la misma sección (Sección 1-1'); con ella se establece la existencia de un movimiento rotacional en el depósito sobre el cual reposan los gaviones y ahora la pantalla. Por efecto de la movilización, el cuaternario debe poseer parámetros de resistencia próximos a los residuales; el ángulo de fricción se deduce entonces (al carecer de ensayos de laboratorio), con base en tales evidencias morfológicas.

Las pendientes en la vertiente que circunscriben el depósito oscilan entre 15° y 30° estados corroborados por la deducción del ángulo de fricción por el NSPT: 29°, con la tendencia general de valores cercanos a 23,3°; en este sentido no se esperan valores superiores ni inferiores. Al considerar 23,3° como cierto, se evalúa la cohesión para factor de seguridad 1,10 en condición seca sin sismo, con lo que se obtiene una primera aproximación al mínimo valor esperado de la cohesión (0,62 ton/m<sup>2</sup> -**Figura 1**-).

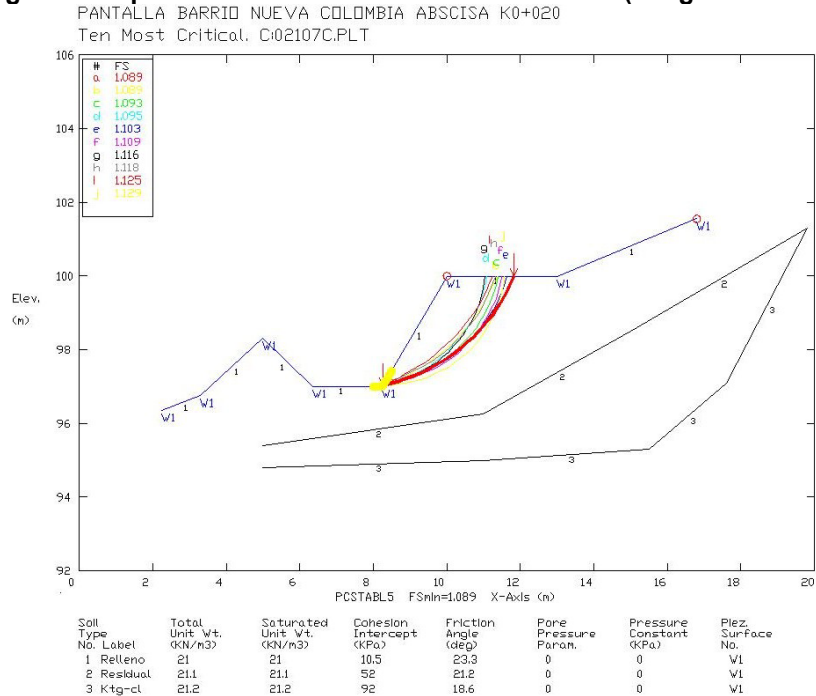
Posteriormente se deduce la condición con agua sin sismo (evento extremo de la tabla de agua en superficie) para el mismo F.S. Tal procedimiento otorga el máximo coeficiente esperado de la cohesión: 1,05 ton/m<sup>2</sup> (**Figura 2**). De este intervalo se escoge como más probable: 0,85 ton/m<sup>2</sup>.

Al realizar los análisis de la excavación con estos parámetros  $c'=0,85$  ton/m<sup>2</sup> y  $\Phi'=23,3^\circ$ , se obtienen valores de los factores de seguridad más acordes con la realidad (i.e. 1,32 en condición seca sin sismo y de 0,886 para agua sin sismo) como se muestra en la **Tabla 3**.

**Figura 1 Superficie de falla crítica de la excavación (No agua No sismo)**



**Figura 2 Superficie de falla crítica de la excavación (Si agua No sismo)**





**Tabla 3 Factores de Seguridad en la excavación –parámetros estimados–**

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			$\phi$ medio (°)	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
02107D	S1	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	1,324
					Sin	Con	1,025
					Con	Sin	0,886
					Con	Con	0,651

Los valores de los parámetros de resistencia seleccionados para el depósito, el suelo residual (la arcilla) y la arcillolita, los dos los últimos extraídos sin reparo de las pruebas de laboratorio se listan en la **Tabla 4**. Con ellos se procede con la revisión del diseño de los anclajes, tanto para la configuración externa como interna.

**Tabla 4 Parámetros de Resistencia de los materiales**

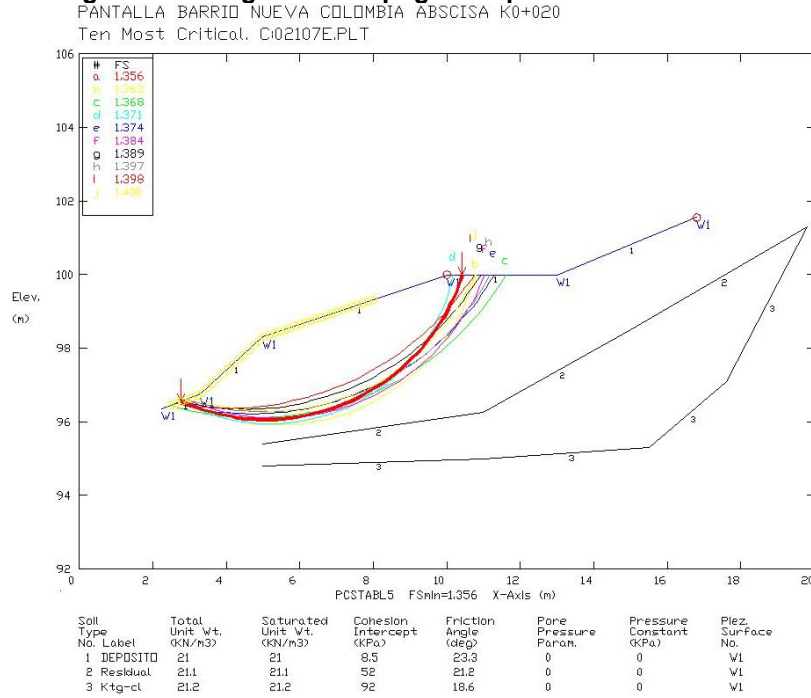
MATERIAL	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\phi$ medio (°)	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )
Depósito	2,10	23,3	0,85
Residual	2,11	21,2	5,20
Arcillolita	2,12	18,6	9,20

#### 4. ANÁLISIS

Las anteriores consideraciones, definen tres lineamientos a seguir en el análisis: El primero, y como se infiere del diagnóstico, evaluar el diseño elaborado por INGEOCIM Ltda.; el segundo, validar los parámetros de resistencia, (en un ejercicio que combina métodos de análisis, evidencias de campo y ensayos de laboratorio y campo); y el tercero, replantear el diseño, de ser necesario, en tópicos como: Carga del anclaje, longitudes libre y de desarrollo.

La tarea de revisión del diseño de Ingeocim Ltda. (1999), contempla la verificación de la condición de estabilidad previa a la excavación y de la pantalla anclada (destaquemos que la de la excavación ya se trató y sus resultados se encuentran en la **Tabla 3**). Así, entonces los factores de seguridad obtenidos superiores a 1,2 para estados individuales extremos de lluvia y sismo la configuración geométrica inicial (véase la **Figura 3**), permiten inferir, como se muestra en la **Tabla 5**, que se hubiesen podido emplear otras alternativas de tratamiento menos adversas en el proceso constructivo (i.e. perfilado y obras de drenaje).

**Figura 3 Configuración topográfica previa a la excavación**



**Tabla 5 Resumen de Factores de Seguridad antes de la excavación**

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			$\phi$ medio (°)	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
Topografía previa a la excavación	02107E	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	1,999
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,277
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	1,356
					Con	Con	0,828

En cuanto al análisis de la pantalla, la estabilidad global está inmersa en el diagnóstico de GIA Consultores Ltda., elemento constitutivo del informe de Interventoría No. 3, pero al reevaluar el modelo geológico y los parámetros de resistencia de los materiales involucrados, se reivindica a continuación.

En la **Tabla 6** se presentan los factores de seguridad que esboza la contribución de los anclajes, para la carga de 20 toneladas (acción individual y conjunta). De ella se puede establecer lo exagerado de la carga de diseño, pues de un lado, los F.S. si bien son muy superiores a la unidad (lo que a su vez contradice el principio de relación beneficio-costos), exhiben un comportamiento errático producto de la alta carga, y por otro, las superficies de falla más críticas no se deben a la generación de un potencial deslizamiento, sino al punzonamiento.

**Tabla 6 Factores de Seguridad Pantalla Anclada Carga de Diseño (20 T)**

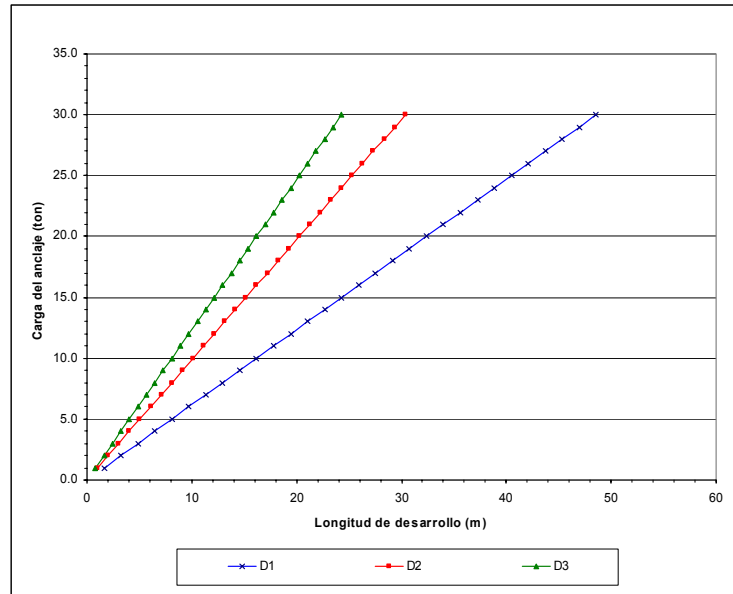
ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			$\phi$ medio (°)	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
Anclaje Superior	02107F	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	2,052
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,777
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	1,832
					Con	Con	1,212
Anclaje Inferior	02107G	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	3,747
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,982
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	2,595
					Con	Con	1,317
Ambos Anclajes	02107H	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	8,971
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	3,295
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	6,568
					Con	Con	2,333

Salvado este obstáculo, el análisis se centra en las longitudes de desarrollo de los anclajes. Labor adelantada con los parámetros de resistencia que proporciona Ingeocim Ltda. ( $c'$ prom=0,30 ton/m<sup>2</sup> y  $\phi'$ prom=37,4°), el diámetro de la perforación (3") y la carga de diseño (20 ton).

Para las condiciones descritas y al suponer que en la interfase suelo-estructura se desarrolla la totalidad de la cohesión como adhesión y del ángulo de fricción, la longitud se aproxima a los 20 m, cifra disímil al diseño que postula valores de 6 m. Con el fin de aclarar el panorama se adelantó un análisis de sensibilidad de la longitud de desarrollo como función de la carga de anclaje y de la posición relativa del bulbo con respecto a la superficie (véanse las **Figuras 4 y 5**). En ambas figuras se ilustra la eficiencia de la inyección con base en el efecto del proceso de inyección de la lechada modelado como variación del diámetro del bulbo D1, D2 y D3, con valores de 2", 3" y 4", respectivamente.

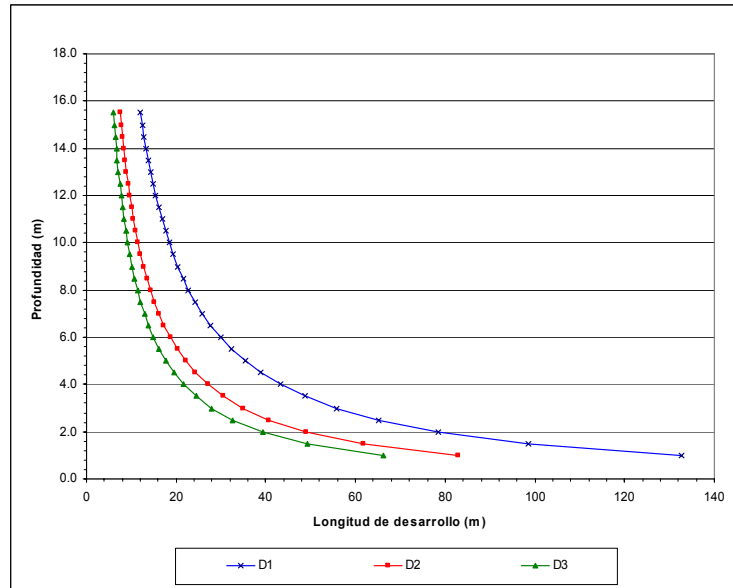
En la **Figura 4**, se puede corroborar que para la carga de diseño y una profundidad media del bulbo de 5,5 m (aproximadamente), se requiere una longitud de desarrollo de 20 m, si y solo si se cumple con la premisa de diámetro de 3". Este último –es función del diámetro de la perforación–, se garantiza con presiones de inyección superiores a 75 KPa (110 p.s.i.), lo que a su vez explicaría la introducción de la lechada en las fisuras. De lo anterior se interpreta que no poder avalar el diámetro de diseño del bulbo, repercute en mayores longitudes de desarrollo.

**Figura 4 Variación de la longitud de desarrollo y de la carga de anclaje**



Entre tanto, la **Figura 5**, deducida igualmente para la carga de anclaje de 20 ton, deja entrever: a) El efecto del grado de confinamiento sobre la longitud de desarrollo, con una relación inversamente proporcional, y b) La variación del diámetro del bulbo.

**Figura 5 Variación de la longitud de desarrollo y de la profundidad del bulbo**



Todo lo anterior ratifica, como lo planteó GIA Consultores Ltda. en su oportunidad, el sobrediseño del sistema desde el punto de vista de la estabilidad general. De esta

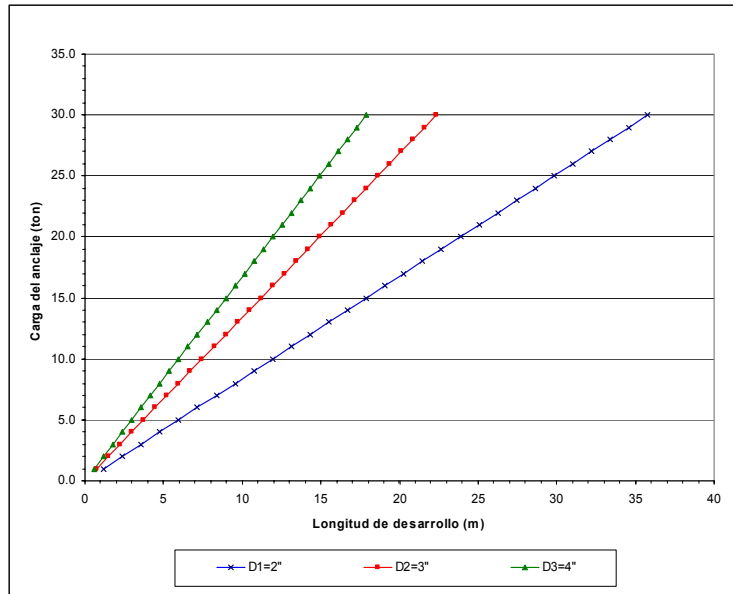
forma, se analiza la posibilidad de reducir la carga de los anclajes gracias a la revisión de la estabilidad general de la obra para valores de 8 y 6 toneladas. Los resultados obtenidos se condensan en la **Tabla 7**.

**Tabla 7 Factores de Seguridad Pantalla Anclada Carga de 8 T**

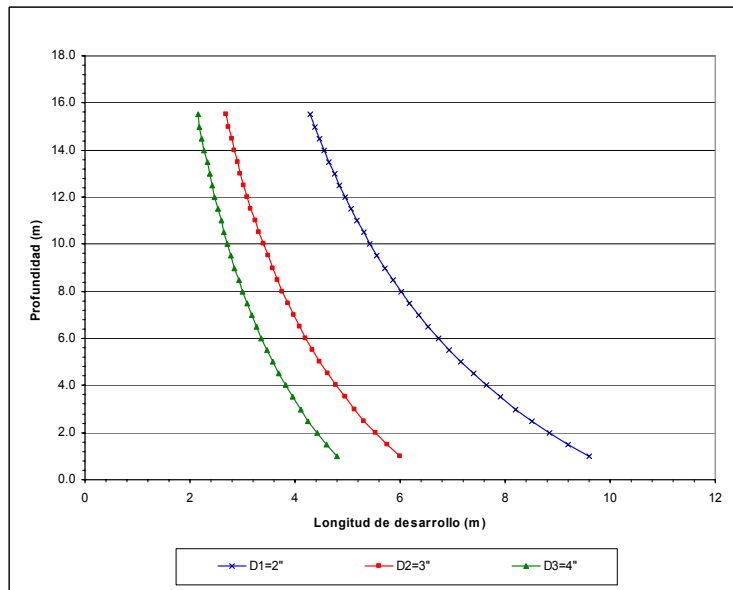
ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS <sub>prom</sub> (8 T)	FS <sub>prom</sub> (6 T)
			$\phi'$ medio (°)	c' (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo		
Anclaje Superior	02107F	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	2,052	1,651
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,777	1,286
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	1,832	1,198
					Con	Con	1,212	0,848
Anclaje Inferior	02107G	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	3,747	2,100
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,982	1,378
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	2,595	1,497
					Con	Con	1,317	0,870
Ambos Anclajes	02107H	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	2,985	1,944
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,712	1,561
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	2,051	1,786
					Con	Con	1,123	1,009

En la tabla se puede observar, que para una u otra, la condición es estable, incluso para la ocurrencia de los eventos lluvia y sismo, el factor de seguridad es superior a la unidad en ambos casos. Con estas cargas, las propiedades de resistencia registradas en la **Tabla 4**, y un diámetro del bulbo de 3", la longitud de desarrollo oscila entre 3 m, si la carga es de 6 toneladas y aplican los parámetros de la arcillolita y 6 m, si se conjugan 8 toneladas y los parámetros del residual. Al igual que en la revisión del diseño inicial, se presenta un análisis de sensibilidad con los nuevos parámetros (véanse las **Figuras 6 y 7**).

**Figura 6 Variación de la longitud de desarrollo y de la carga de anclaje**



**Figura 7 Variación de la longitud de desarrollo y de la profundidad del bulbo**



Finalmente, debe mencionarse que los registros de obra establecen que se lograron tensiones a lo sumo de 3,2 toneladas en el mejor de los casos, en anclajes definidos a partir de un modelo geológico distinto al encontrado en obra y en la investigación del Consorcio Constructores, por lo cual no cumplen con las longitudes de desarrollo teóricas; por las mismas razones no se obtuvieron las presiones de inyección mínimas requeridas (se desconoce la resistencia de la lechada); estos bajos tensionamientos pueden explicarse, además, con base en los ensayos de corte

directo ordenados por el Consorcio Constructores (véase **Anexo A**), en ellos es notorio el alto índice de fragilidad del suelo residual y de la arcillolita, con muy baja capacidad de absorber deformaciones a la falla (alrededor del 3%), y gran pérdida de la resistencia posterior a la misma.

Adicionalmente, se presenta una condición especial en anclajes realizados en arcillolitas –de acuerdo con comunicación sostenida con el Ing. Álvaro J. González–, y que tiene que ver con el desarrollo de la adhesión en la interfase suelo-estructura por lo que son generalmente problemáticos.

De igual forma debe aclararse que se ha interpretado, durante la ejecución de la obra, el contacto del suelo residual, como su similar con la arcillolita, debido probablemente a la consistencia muy dura del mismo, el cual arroja coeficientes de resistencia a la compresión inconfiada de la arcilla de 4,4 kg/cm<sup>2</sup>. Esta interpretación puede llevar a conclusiones equivocadas, pues hoy en día los anclajes superiores e inferiores deben estar embebidos en el suelo residual, dos y un metro, respectivamente, y en la arcillolita la longitud restante, que en algunos casos llega a ser nula. El análisis de este componente se escapa del alcance del informe diagnóstico, pues el análisis de compatibilidad de esfuerzos requiere de otro tipo de pruebas con el fin de evaluar la influencia en el sistema de cada tipo de suelo.

## 5. MEDIDAS RECOMENDADAS

Se analizaron dos alternativas:

- Alternativa 1: Consiste en la construcción de nuevos anclajes de 8 toneladas de carga cada uno, ubicados al lado de los anclajes existentes, con inyecciones de mortero fluido de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. De todas formas para determinar la posición definitiva de los nuevos anclajes, deberán revisarse los cálculos estructurales de la pantalla, considerando la reducción del tensionamiento.
- Alternativa 2: Consiste en la reconstrucción de los anclajes existentes. Se retiran los anclajes actuales y se perfora hasta alcanzar la profundidad indicada. Por último se reconstruyen los anclajes, inyectándolos con mortero fluido.

En ambos casos la carga de los anclajes es de 8 toneladas, la longitud de desarrollo mínima en la arcillolita de 6 m y la inyección con mortero fluido ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>), cumpliendo con presiones de inyección mínimas de 110 p.s.i. (con el fin de garantizar la generación del bulbo con un diámetro igual al de la perforación), y máximas de 160 p.s.i. (para no exceder los esfuerzos geostáticos y así evitar fracturamiento hidráulico).

No obstante, por las características de fragilidad y susceptibilidad al remoldeo de la arcillolita y el residual, y como los anclajes están embebidos parte en el suelo residual y parte en la arcillolita, es muy importante hacer un anclaje de prueba. Su objetivo es determinar los posibles efectos del proceso de perforación en la reducción de los parámetros de resistencia (los parámetros efectivos de trabajo son

los pico o los residuales), y por ende la longitud de desarrollo. En este último sentido se requiere saber si para la carga de 8 toneladas, es cercana a los 12 m, y para la de 6 toneladas es próxima a los 9 m. Así, las incertidumbres asociadas al análisis se reducirían y las hipótesis de trabajo se afinarían.

En los anexos se presentan los resultados de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio (**Anexo A**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo B**), las cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo C**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo D**).

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**JAIRO ALBERTO LOZANO G.**  
Director de Consultoría (e)

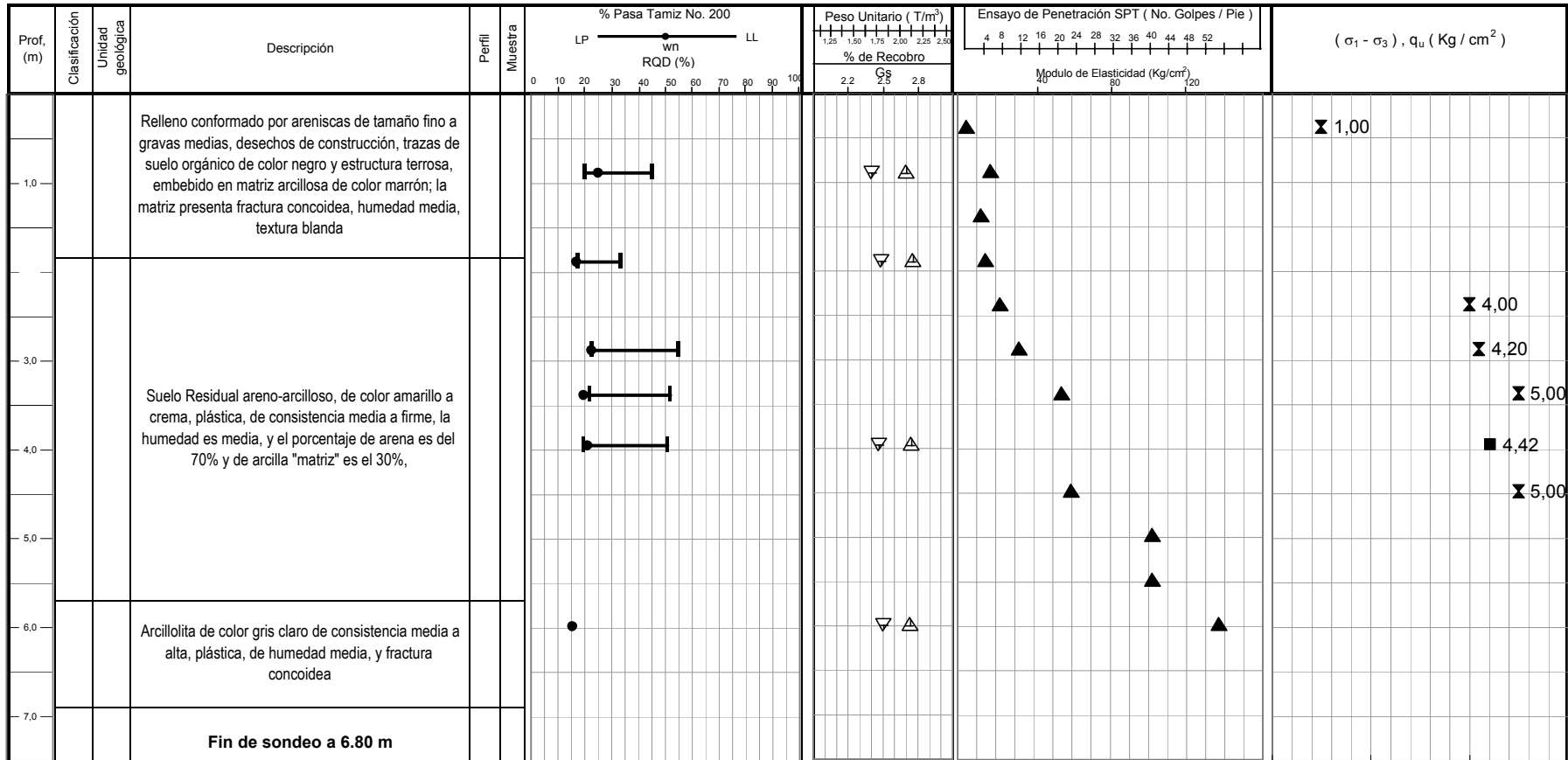


**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

**Figura A1 Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas**

PROYECTO: PUNTO No. 7 PANTALLA ANCLADA BARRIO NUEVA COLOMBIA  
 LOCALIZACIÓN: MARGEN IZQUIERDA QUEBRADA ZANJÓN DE LIMAS

SONDEO No: 1  
 FECHA: NOVIEMBRE DE 2004

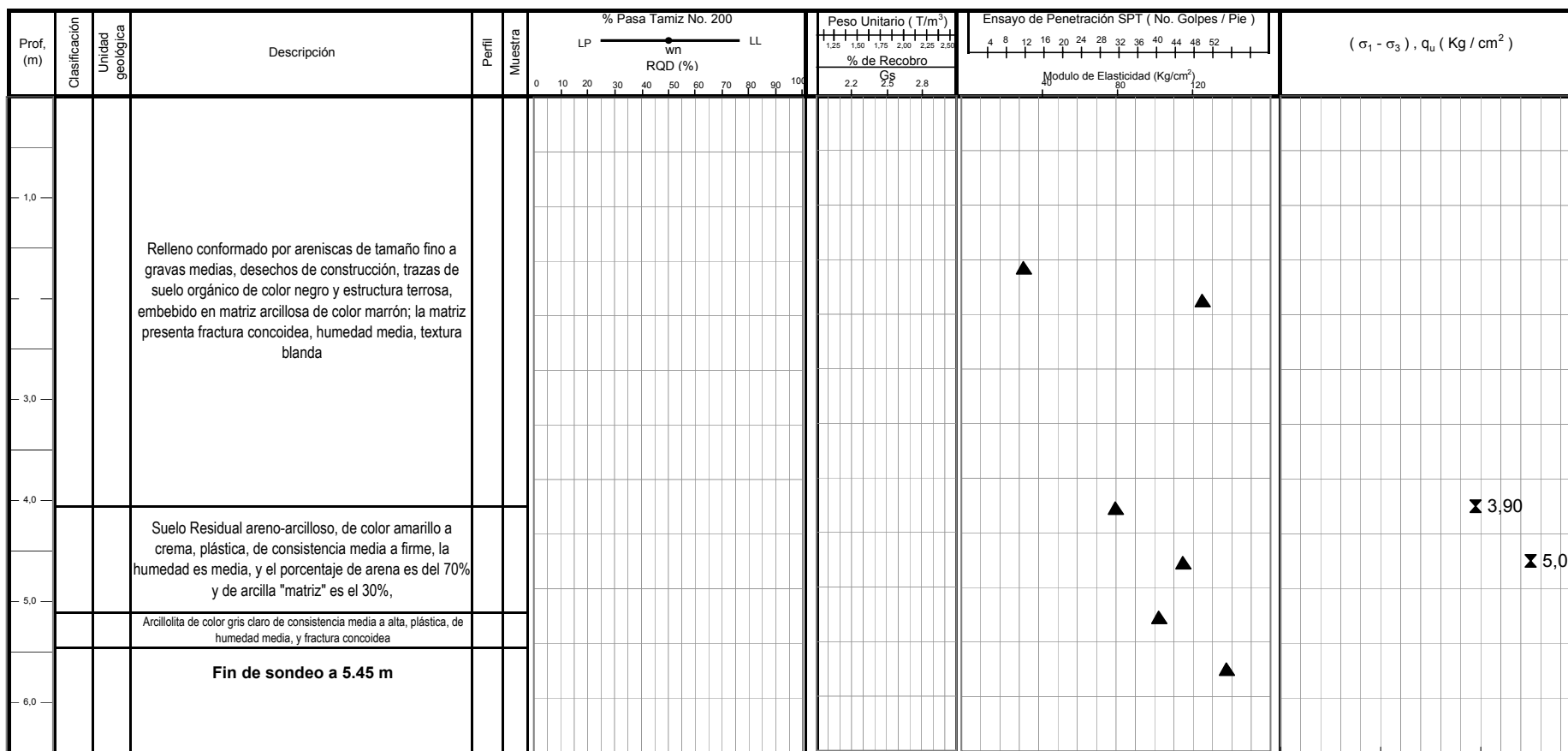


- |  |  |  |                     |  |   |  |   |
|--|--|--|---------------------|--|---|--|---|
|  | Muestra Inalterada                             |  | Peso Unitario Total |  | $q_u$ , Compresión Inconfinada (suelo)          |  | $q_{u,r}$ Compresión Inconfinada (roca) |
|  | Muestra Alterada                               |  | Peso Unitario Seco  |  | $c'$ , Intercepción de cohesión - corte directo |  | % RQD                                   |
|  | Nivel Freático                                 |  | Ensayo SPT          |  | %, Pasa T-200                                   |  | % de Recobro                            |
|  | Límite Plástico-Humedad Natural-Límite Líquido |  | Ensayo con cono     |  | $S_v$ , Veleta de Campo. (Inalt)                |  | Esf a tracción, Ensayo Brasilerero      |
|  | $G_s$ , Peso específico                        |  | Penetrómetro        |  | $S_v$ , Veleta de Campo. (Remol)                |  | $E_u$ , Mod. Deform. no drenada         |

Figura A1 Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

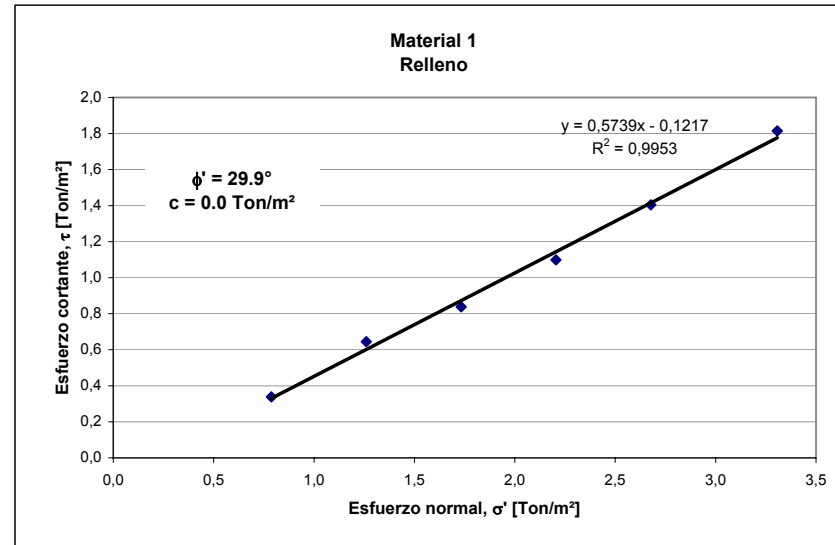
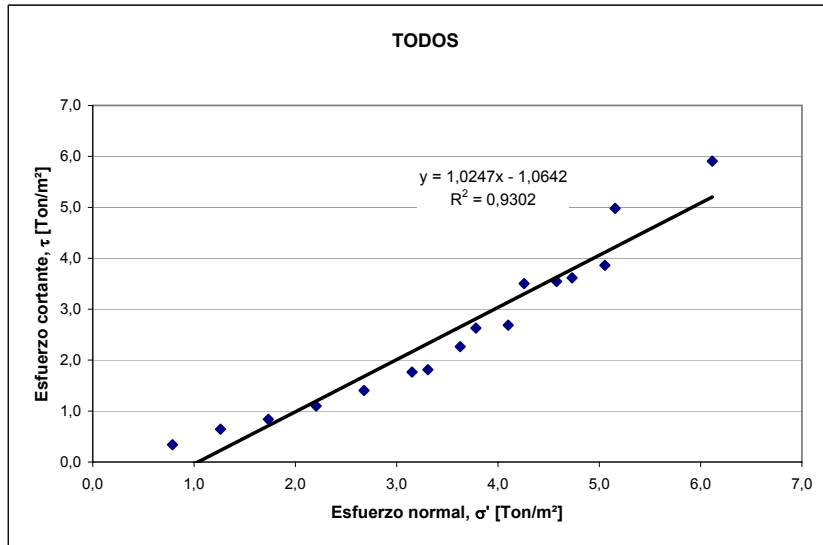
PROYECTO: PUNTO No. 7 PANTALLA ANCLADA BARRIO NUEVA COLOMBIA  
 LOCALIZACIÓN: MARGEN IZQUIERDA QUEBRADA ZANJÓN DE LIMAS

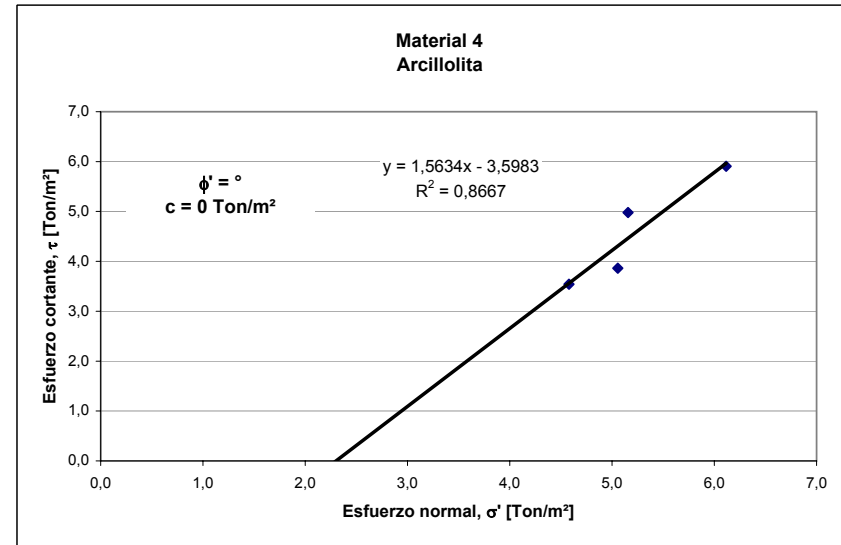
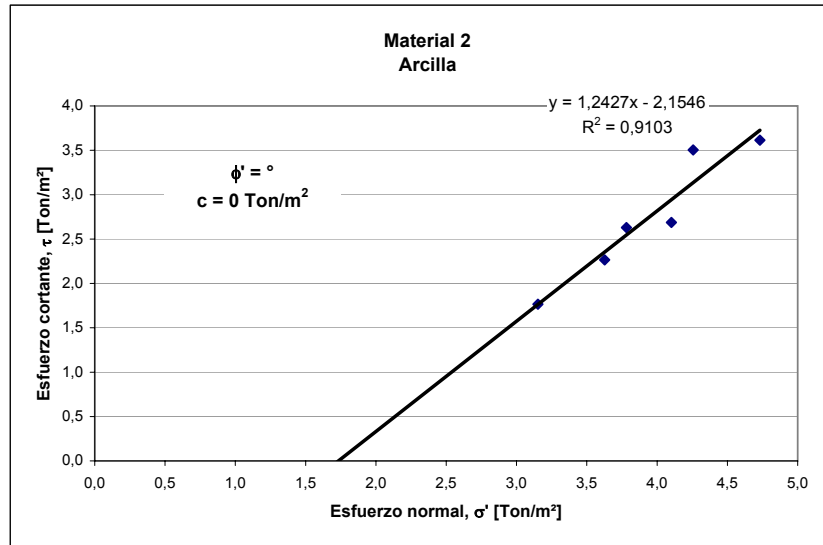
SONDEO No: 2  
 FECHA: NOVIEMBRE DE 2004



- |  |  |  |                     |  |   |  |                                       |
|--|--|--|---------------------|--|---|--|---------------------------------------|
|  | Muestra Inalterada                             |  | Peso Unitario Total |  | $q_u$ , Compresión Inconfinada (suelo)          |  | $q_u$ , Compresión Inconfinada (roca) |
|  | Muestra Alterada                               |  | Peso Unitario Seco  |  | $c'$ , Intercepción de cohesión - corte directo |  | % RQD                                 |
|  | Nivel Freático                                 |  | Ensayo SPT          |  | %, Pasa T-200                                   |  | % de Recobro                          |
|  | Límite Plástico-Humedad Natural-Límite Líquido |  | Ensayo con cono     |  | $S_v$ , Veleta de Campo. (Inalt)                |  | Esf a tracción, Ensayo Brasileiro     |
|  | $G_s$ , Peso específico                        |  | Penetrómetro        |  | $S_v$ , Veleta de Campo. (Remol)                |  | $E_u$ , Mod. Deform. no drenada       |





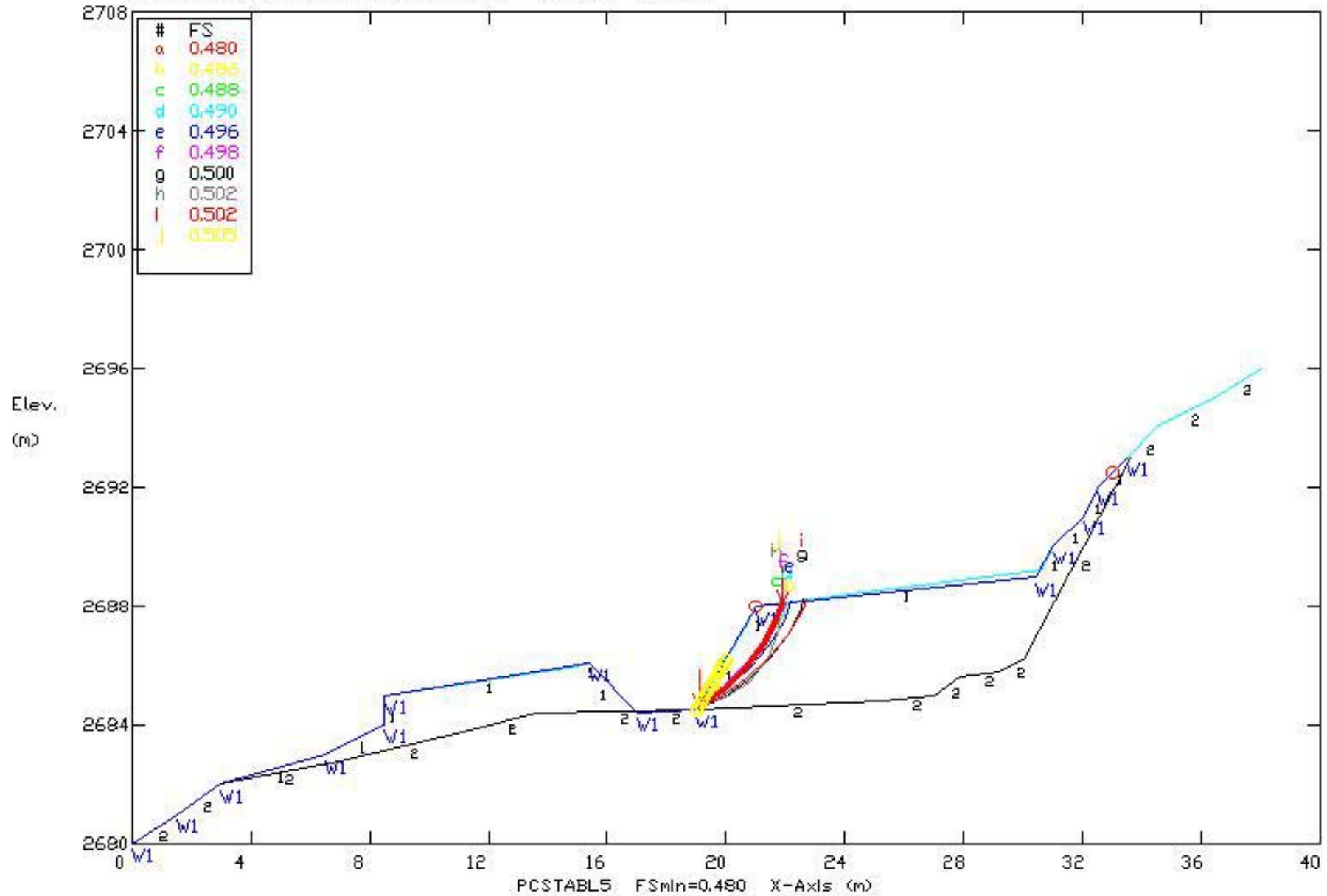


**CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**ANEXO B**

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEOCIM-MINIMOS  
 Ten Most Critical, CCRITW0S1.PLT 11-09-04 10:37am  
 Most Critical Surface, CCRITW0S1.PLT 11-09-04 10:37am



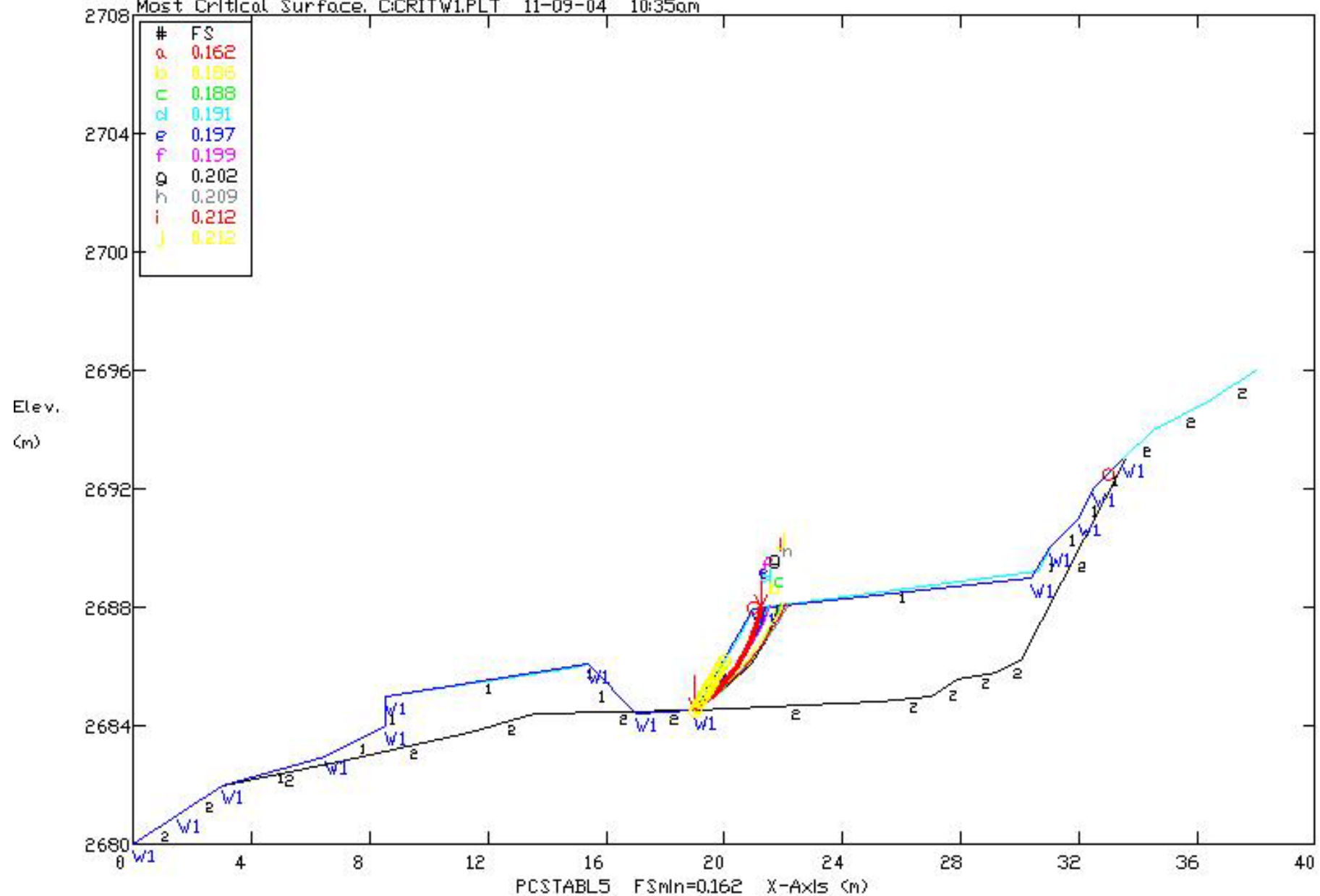
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	
2 Arcilla	20.6	22.6	3	37.4	0	0	



SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEOCIM-MINIMOS

Ten Most Critical, CCRITW1.PLT 11-09-04 10:35am

Most Critical Surface, CCRITW1.PLT 11-09-04 10:35am

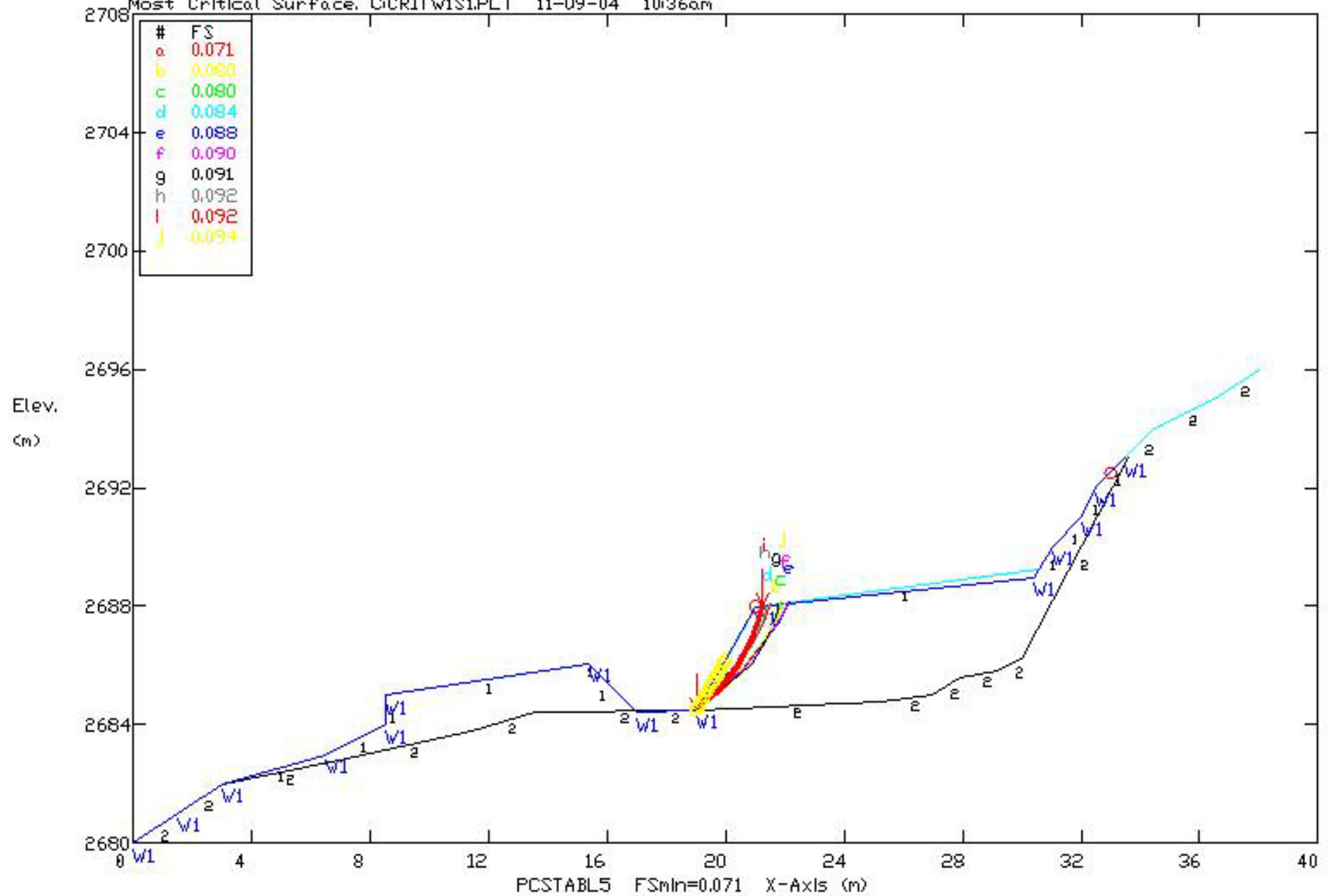


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	W1
2 Arcilla1	20.6	22.6	3	37.4	0	0	W1

# SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEOCIM-MINIMOS

Ten Most Critical. C:\CRITW1S1.PLT 11-09-04 10:36am

Most Critical Surface. C:\CRITW1S1.PLT 11-09-04 10:36am

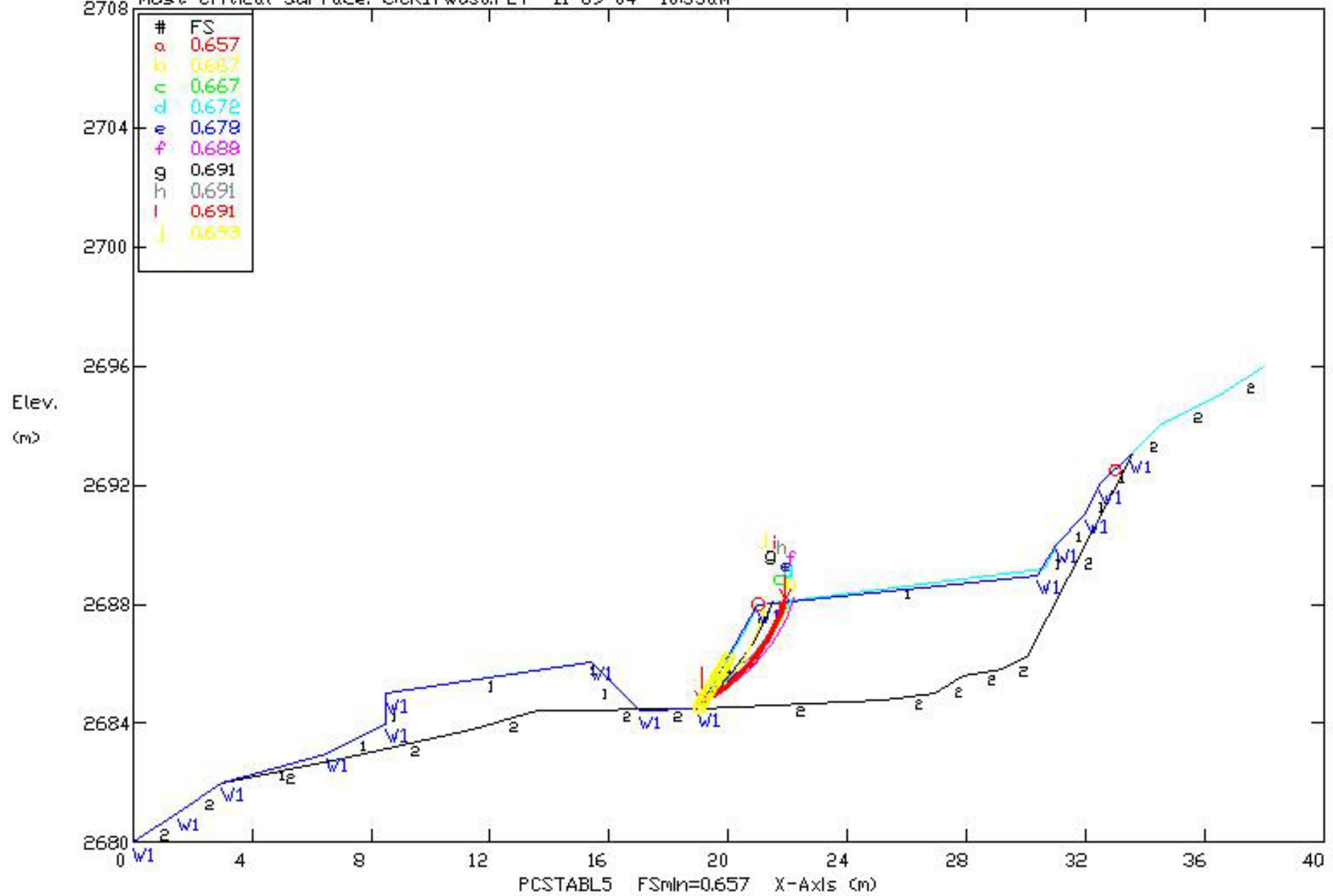


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	W1
2 Arcilla1	20.6	22.6	3	37.4	0	0	W1

# SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEOCIM-MINIMOS

Ten Most Critical, C:\CRITW050.PLT 11-09-04 10:35am

Most Critical Surface, C:\CRITW050.PLT 11-09-04 10:35am

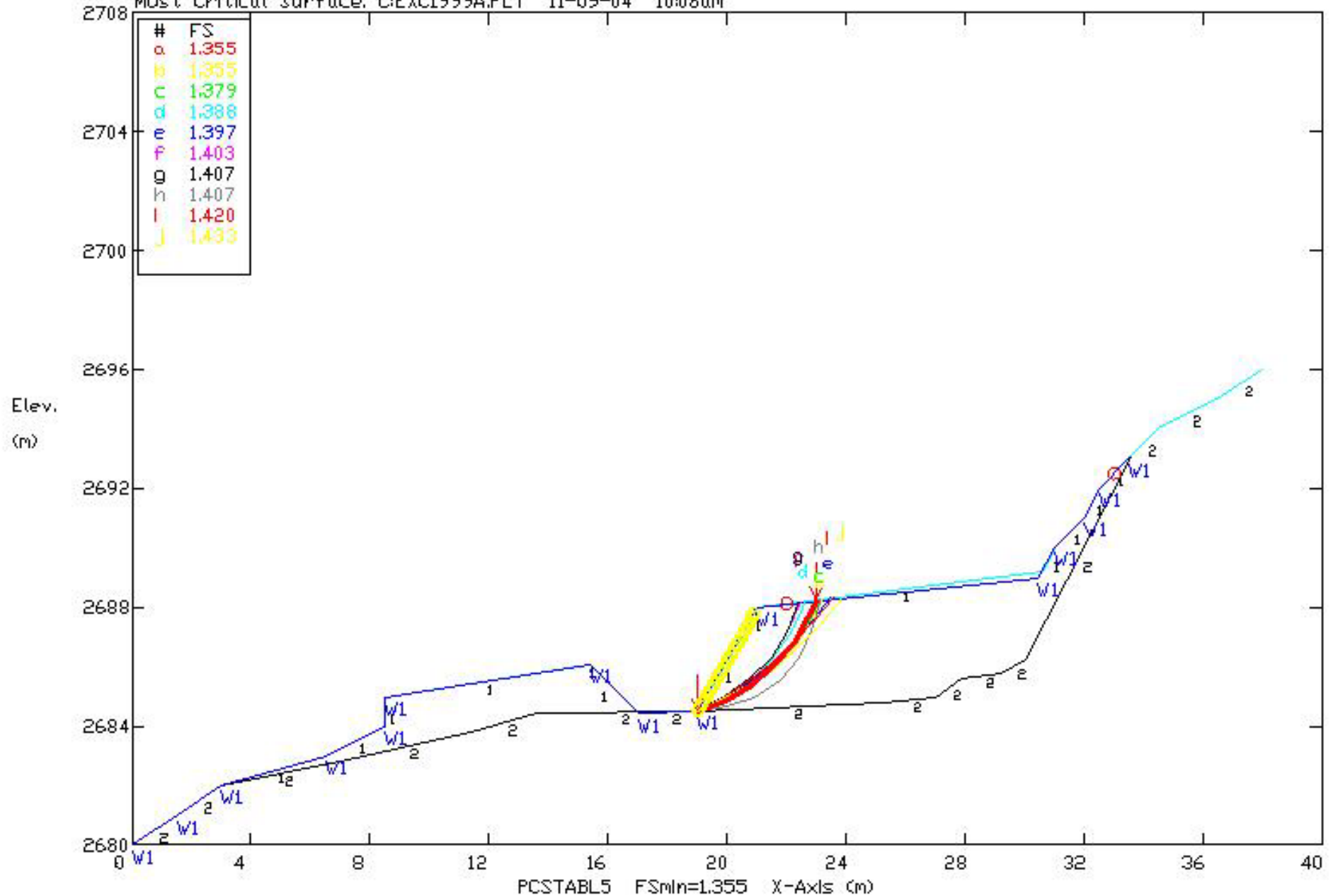


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	
2 Arcilla	20.6	22.6	3	37.4	0	0	

SECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLOMBIA EXCAVACION SIN SISMO Y SIN AGUA

Ten Most Critical, C:\EXC1999A.PLT 11-09-04 10:08am

Most Critical Surface, C:\EXC1999A.PLT 11-09-04 10:08am

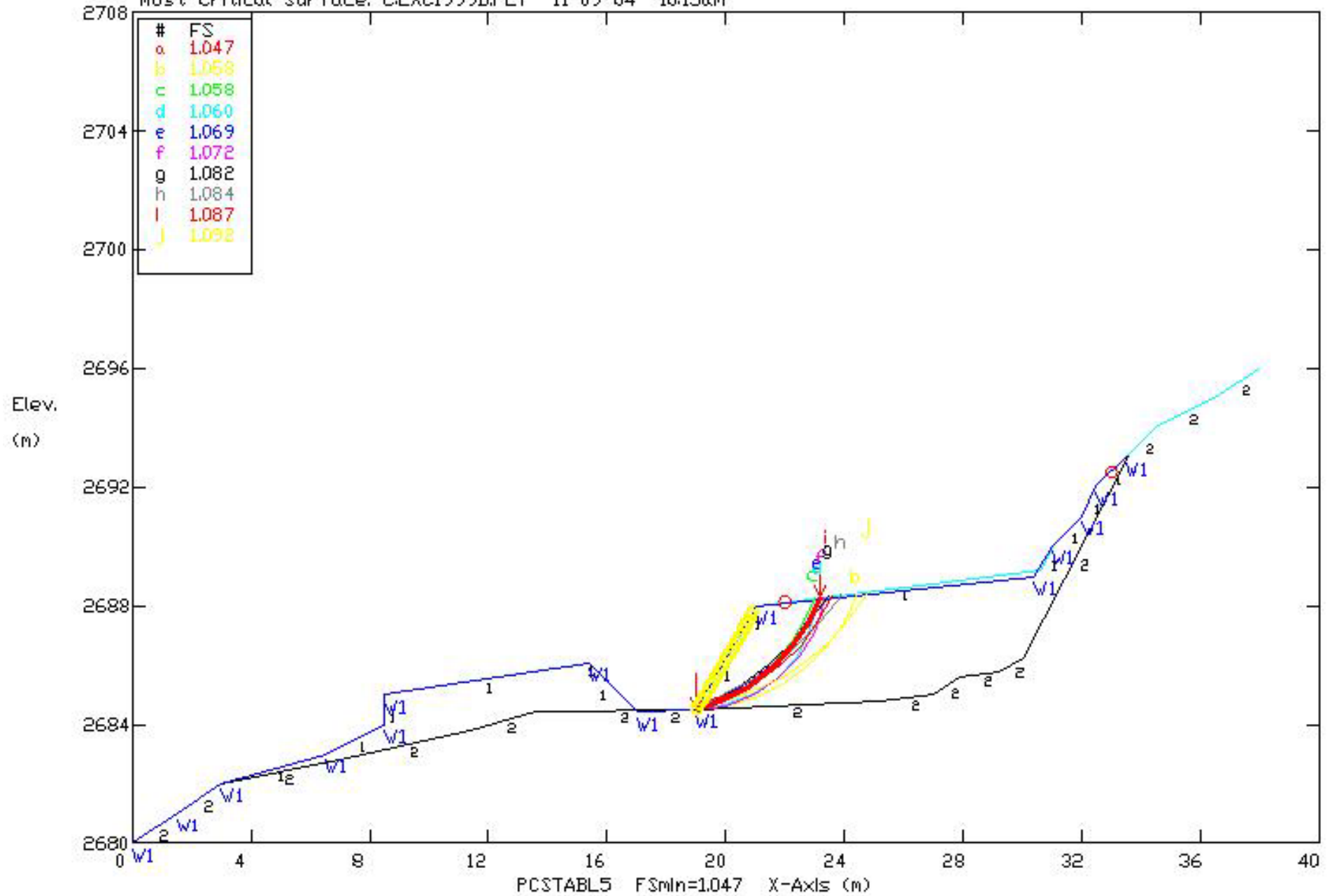


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	
2 Arcilla	20.6	22.6	30	30	0	0	

# SECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLOMBIA EXCAVACION CON SISMO Y SIN AGUA

Ten Most Critical. C:\EXC1999B.PLT 11-09-04 10:13am

Most Critical Surface. C:\EXC1999B.PLT 11-09-04 10:13am

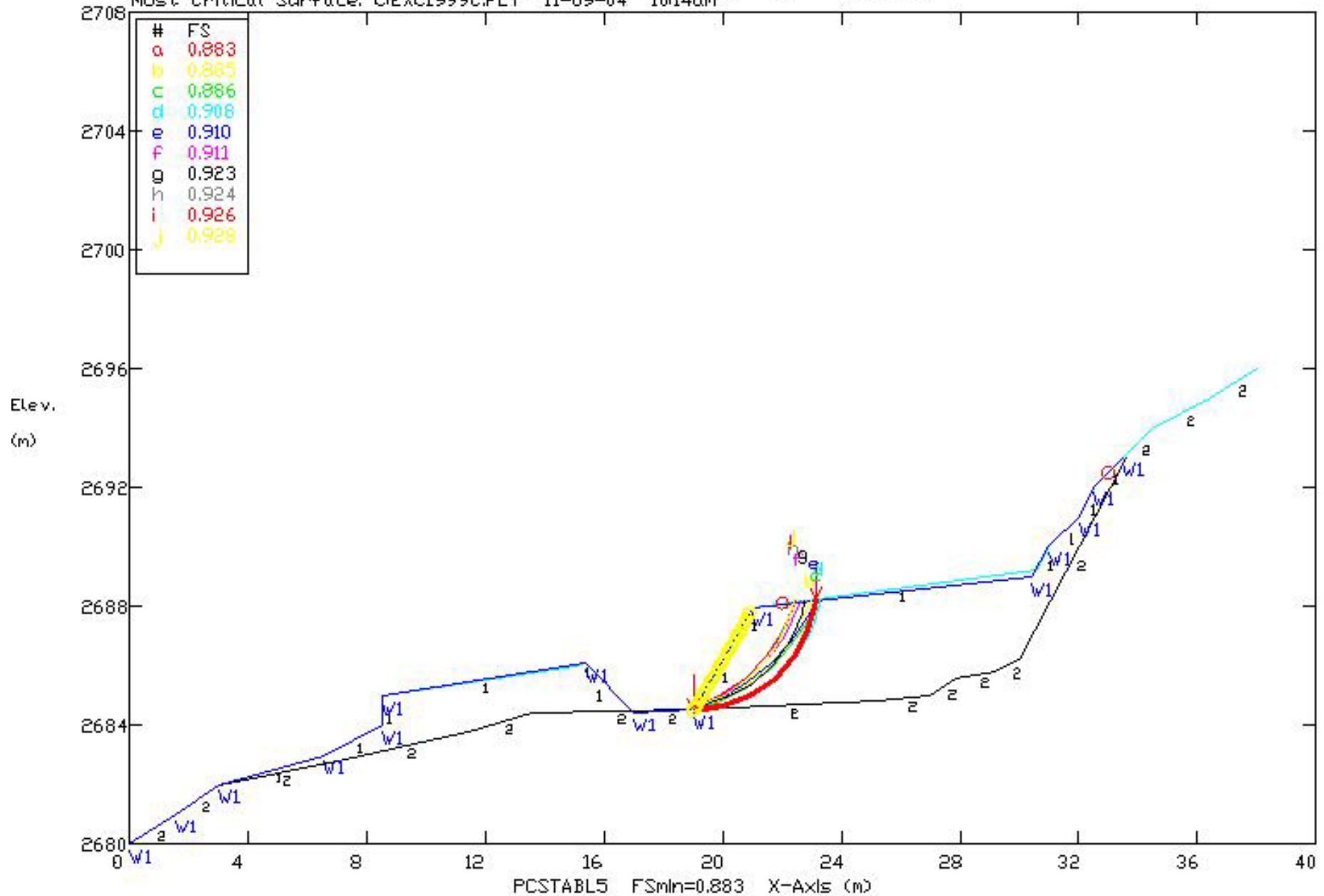


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	
2 Arcilla	20.6	22.6	30	30	0	0	

SECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLOMBIA EXCAVACION SIN SISMO Y CON AGUA

Ten Most Critical, C:\EXC1999C\PLT 11-09-04 10:14am

Most Critical Surface, C:\EXC1999C\PLT 11-09-04 10:14am



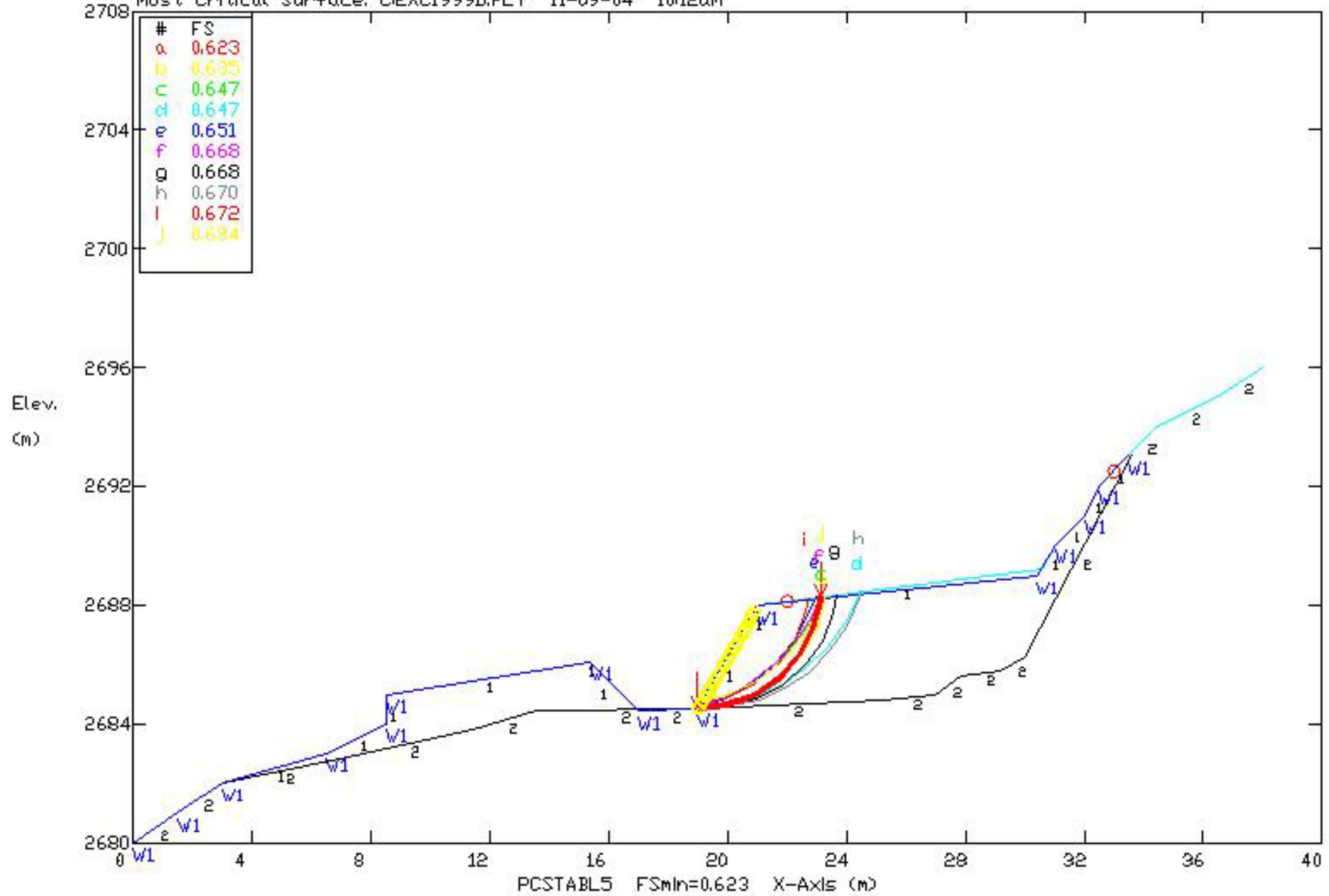
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	w1
2 Arcilla1	20.6	22.6	30	30	0	0	w1



SECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLOMBIA EXCAVACION CON SISMO Y CON AGUA

Ten Most Critical, C:\EXC1999D\PLT 11-09-04 10:12am

Most Critical Surface, C:\EXC1999D\PLT 11-09-04 10:12am

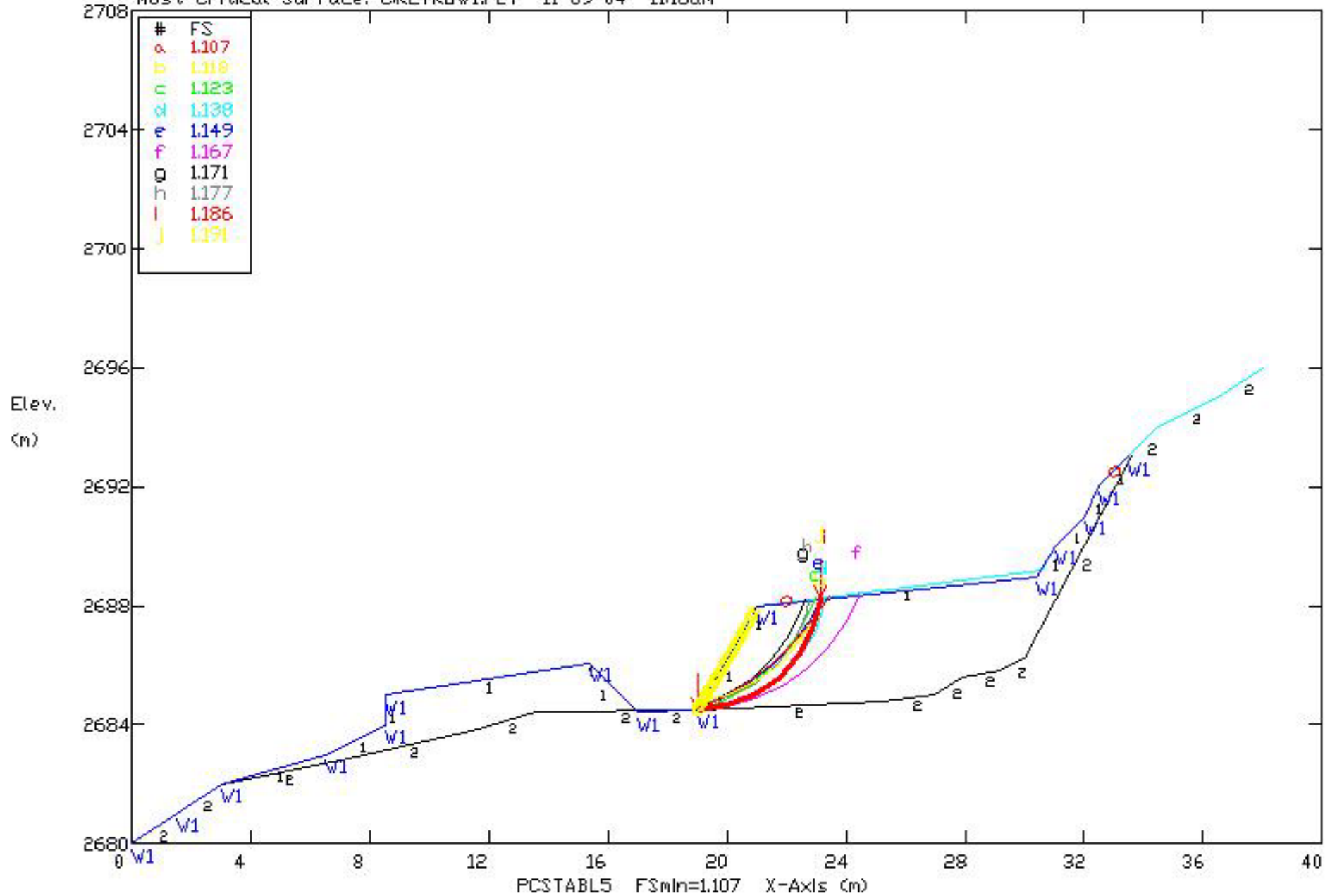


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	W1
2 Arcilla1	20.6	22.6	30	30	0	0	W1

# SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOMBIA RETROANALISIS CON AGUA

Ten Most Critical, C:\RETROW1.PLT 11-09-04 11:18am

Most Critical Surface, C:\RETROW1.PLT 11-09-04 11:18am



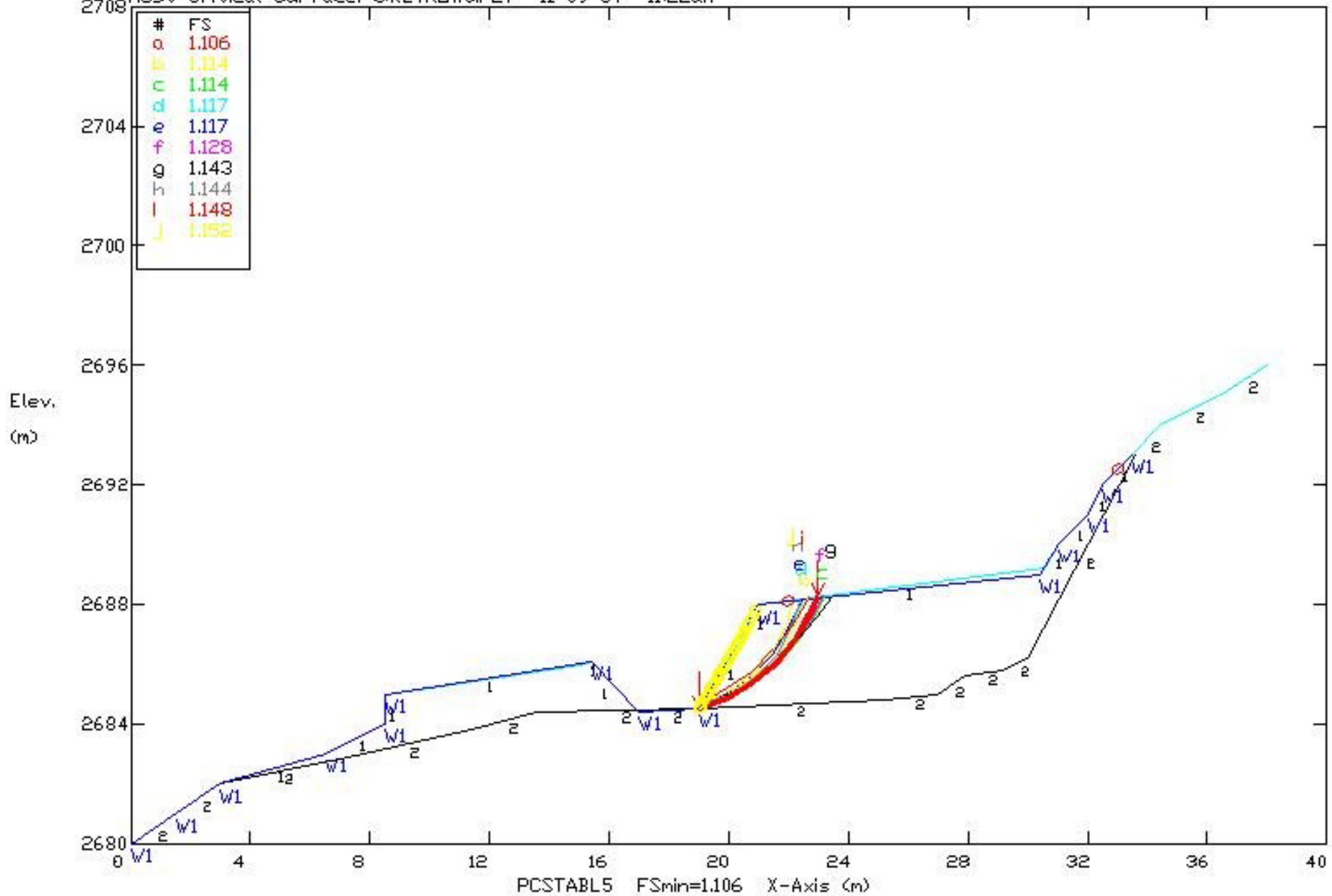
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Plaz. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	13	23.3	0	0	W1
2 Arcilla	20.6	22.6	30	33	0	0	W1



SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOMBIA

Ten Most Critical, C:\RETROW0.PLT 11-09-04 11:22am

Most Critical Surface, C:\RETROW0.PLT 11-09-04 11:22am

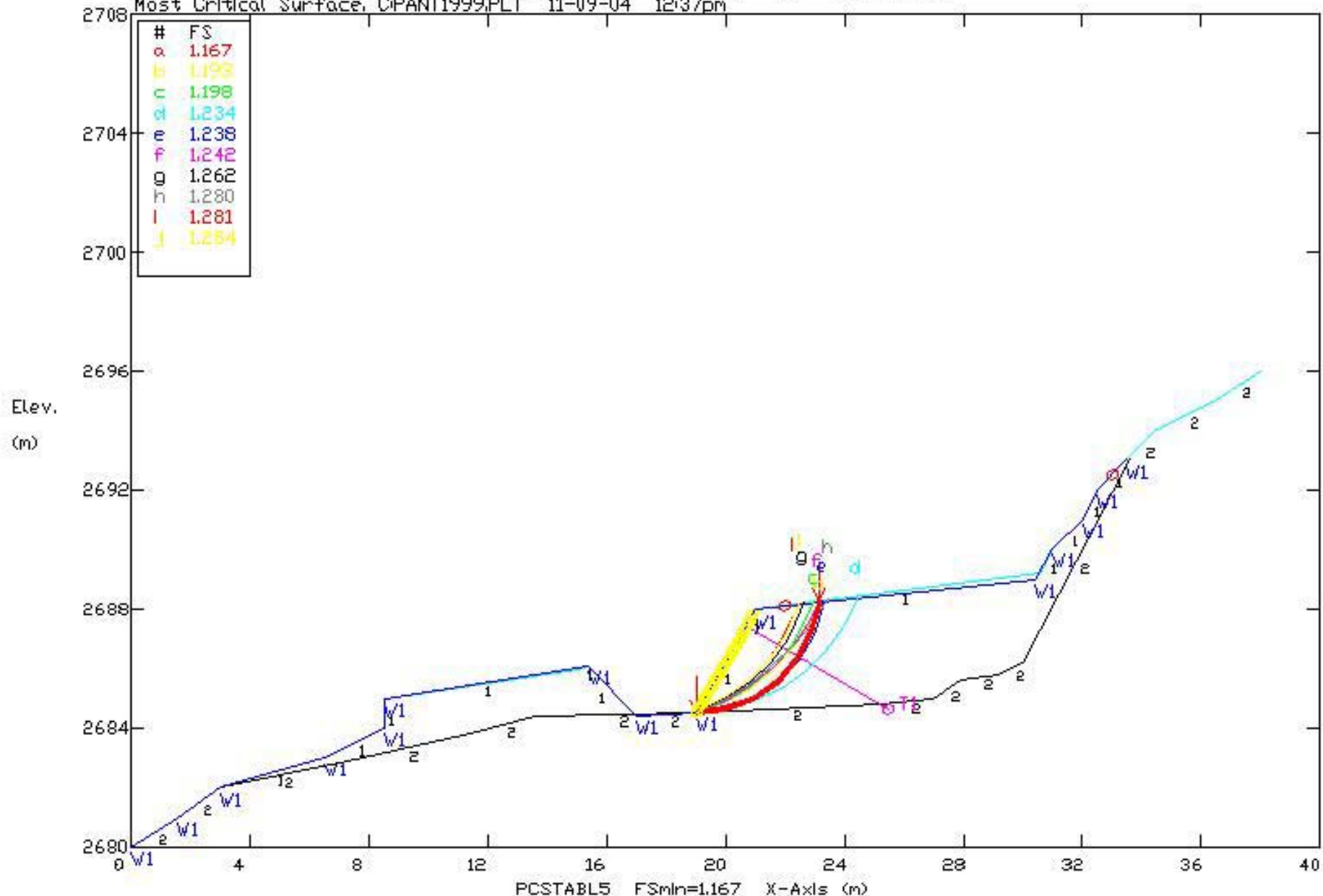


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	7	23.3	0	0	
2 Arcilla	20.6	22.6	30	33	0	0	

SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOMBIA PANTALLA SUPERIOR - SUP CRITICAL ANCLAJE

Ten Most Critical. C:PANT1999.PLT 11-09-04 12:37pm

Most Critical Surface. C:PANT1999.PLT 11-09-04 12:37pm

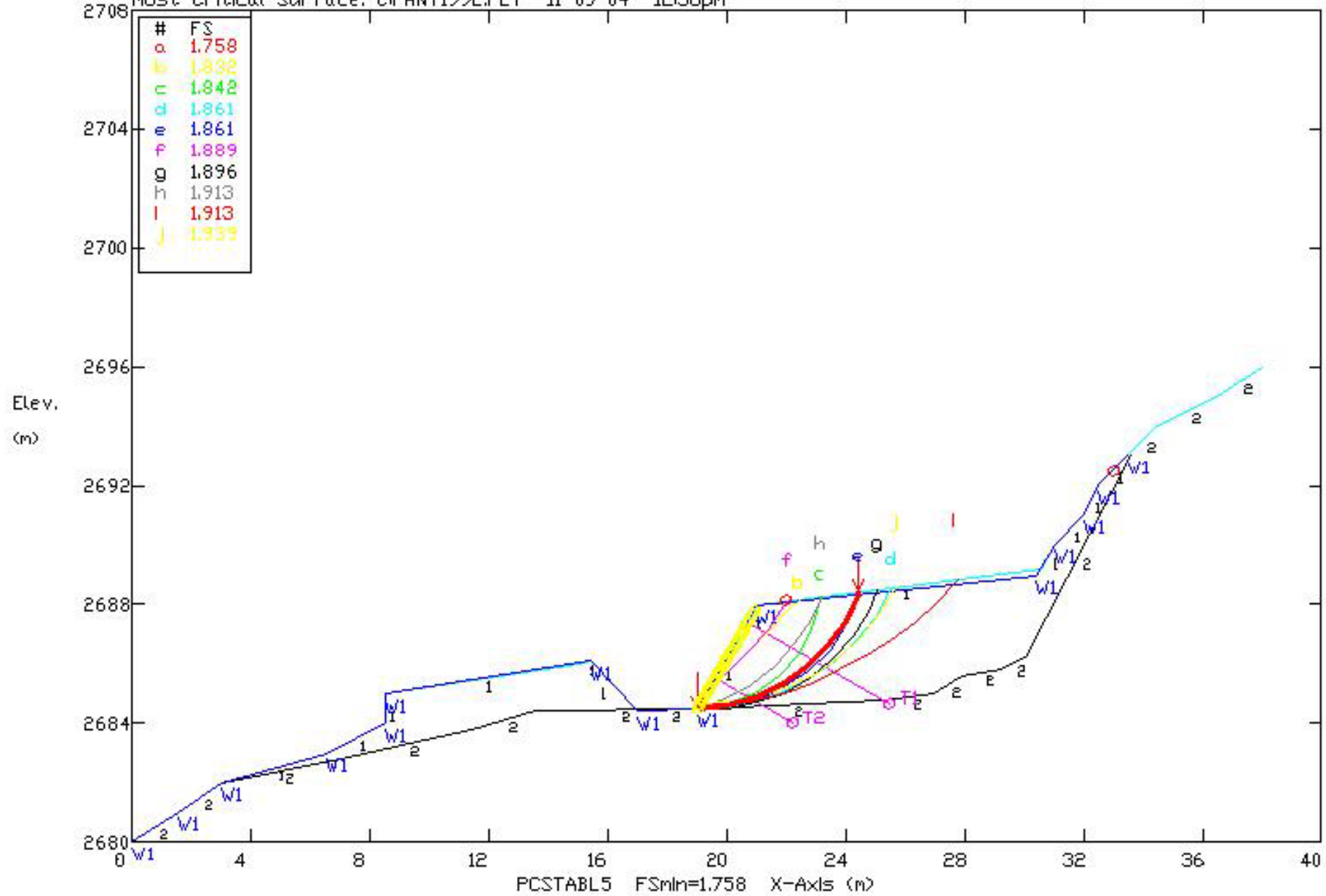


Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Flez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23.3	0	0	W1
2 Arcilla	20.6	22.6	20	28	0	0	W1

SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOMBIA PANTALLA SUPERIOR - SUP CRITICA2 ANCLAJE

Ten Most Critical. C:\PANT1992.PLT 11-09-04 12:38pm

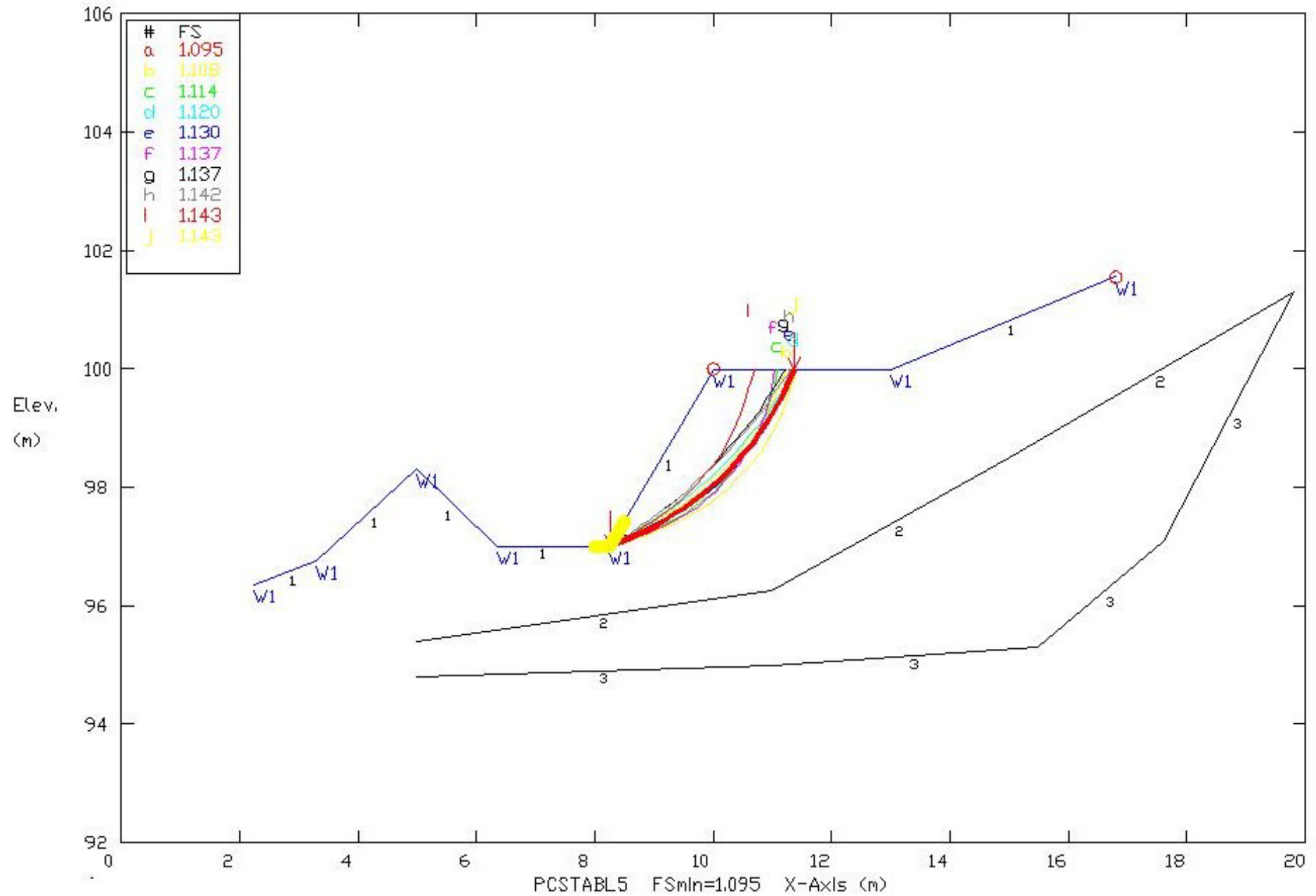
Most Critical Surface. C:\PANT1992.PLT 11-09-04 12:38pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Flez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23.3	0	0	W1
2 Arcilla1	20.6	22.6	20	28	0	0	W1

PANTALLA BARRIO NUEVA COLOMBIA ABSCISA K0+020

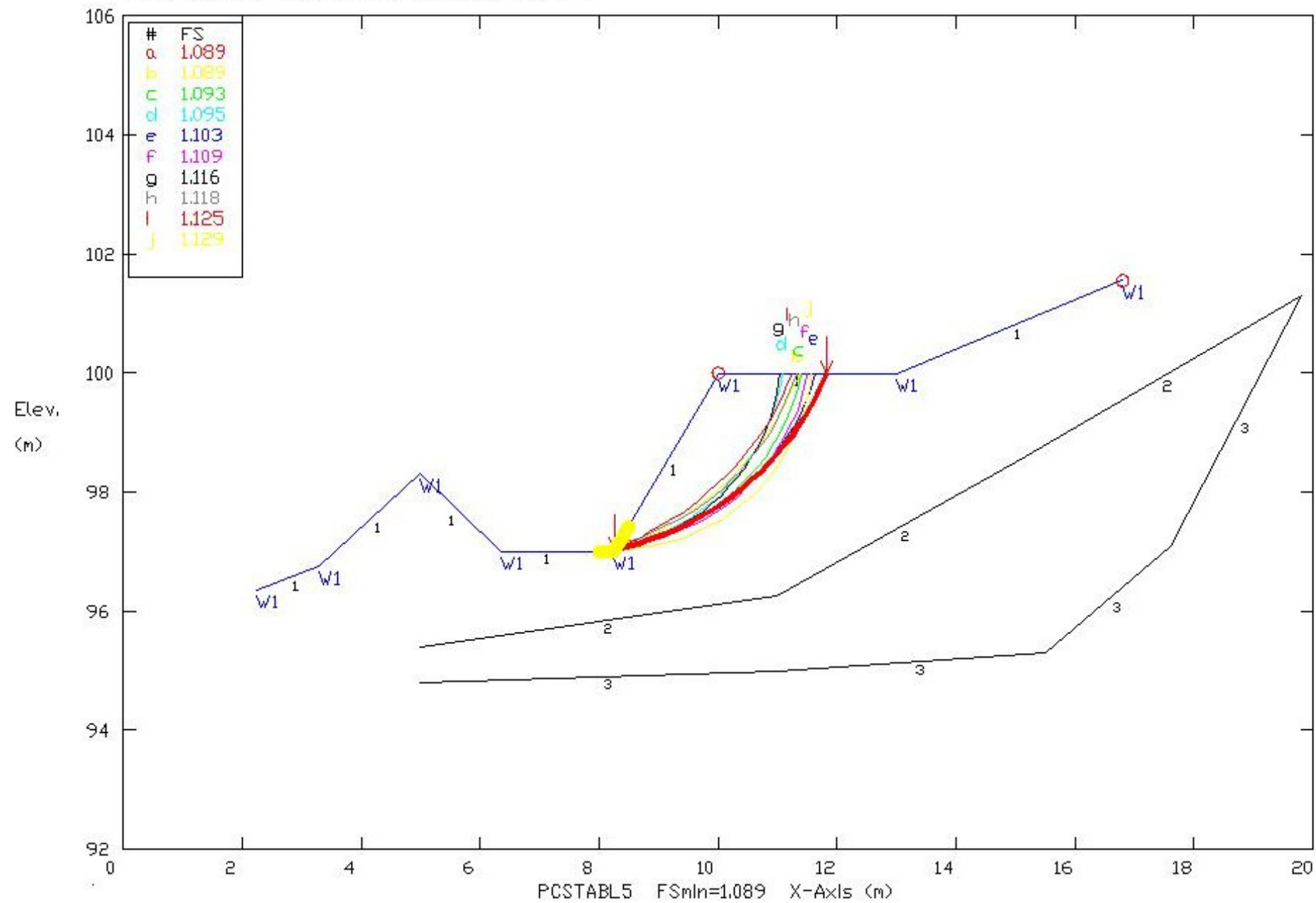
Ten Most Critical. C:02107B.PLT



Soil Type	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	21	21	6.2	23.3	0	0	
2 Residual	21.1	21.1	52	21.2	0	0	
3 Ktg-cl	21.2	21.2	92	18.6	0	0	

PANTALLA BARRIO NUEVA COLOMBIA ABSCISA K0+020

Ten Most Critical. C:02107C.PLT

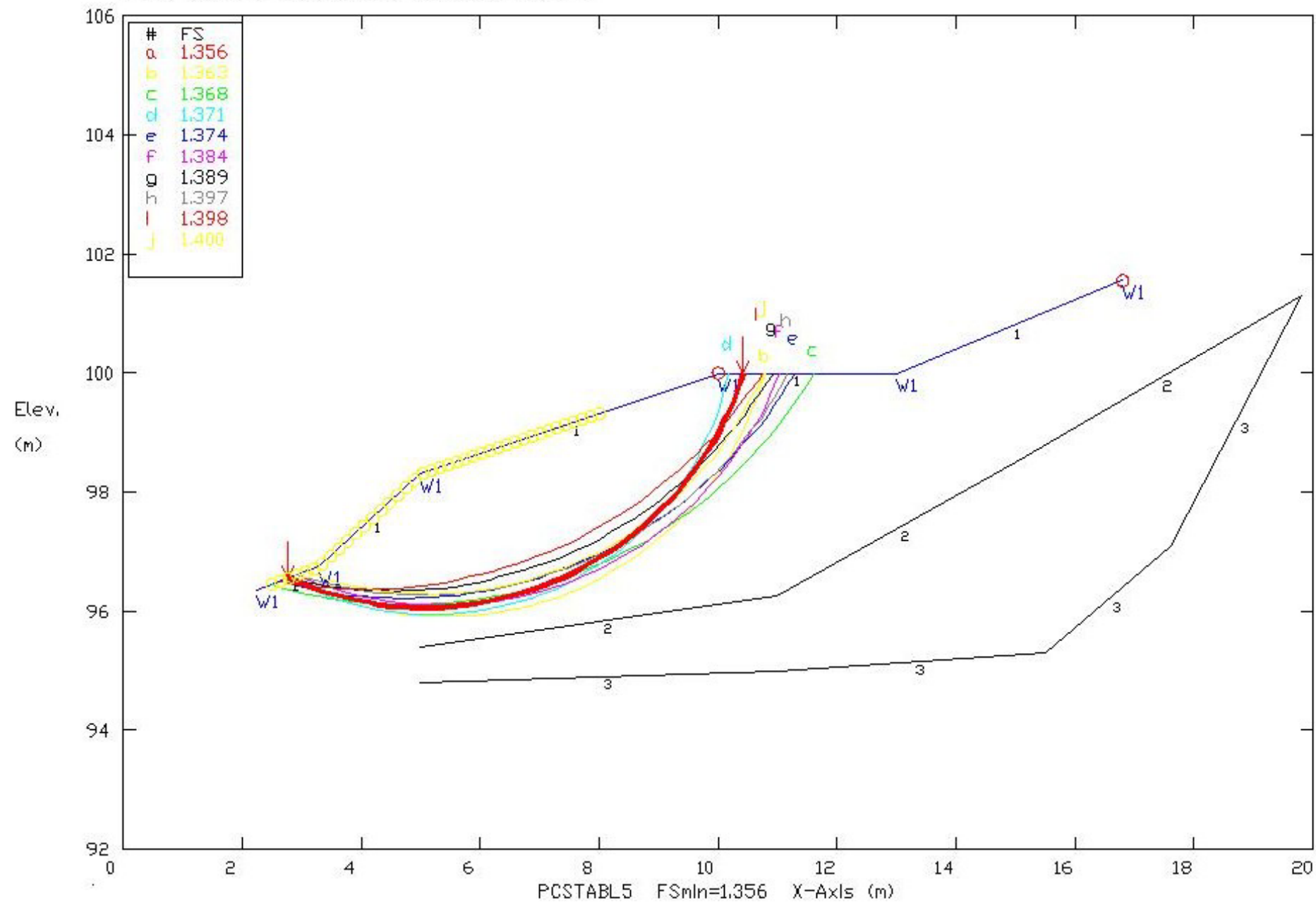


Soil Type	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	21	21	10.5	23.3	0	0	W1
2 Residual	21.1	21.1	52	21.2	0	0	W1
3 Ktg-cl	21.2	21.2	92	18.6	0	0	W1



PANTALLA BARRIO NUEVA COLOMBIA ABSCISA K0+020

Ten Most Critical. C:02107E.PLT



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	21	21	8,5	23,3	0	0	W1
2 Residual	21,1	21,1	52	21,2	0	0	W1
3 Ktg-cl	21,2	21,2	92	18,6	0	0	W1

## CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

### Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	2,2	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	18,6	°
$\delta =$	12,4	°
$c_a =$	1,5	ton/m <sup>2</sup>

### Características geométricas

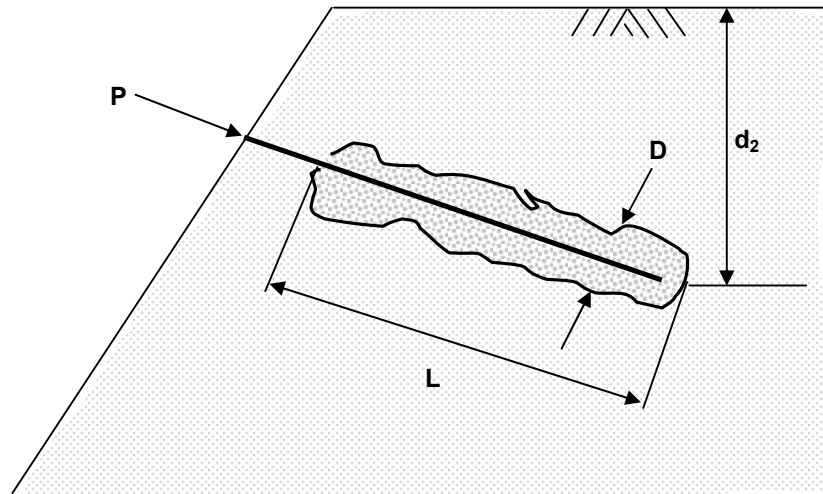
D	0,08	m
$d_2$	5,0	m

### Carga del anclaje

P	8,0	ton
---	-----	-----

### Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada  $L =$  10,74 m

### CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

**Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura**

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	5,2	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	21,2	°
$\delta =$	14,1	°
$c_a =$	3,6	ton/m <sup>2</sup>

**Características geométricas**

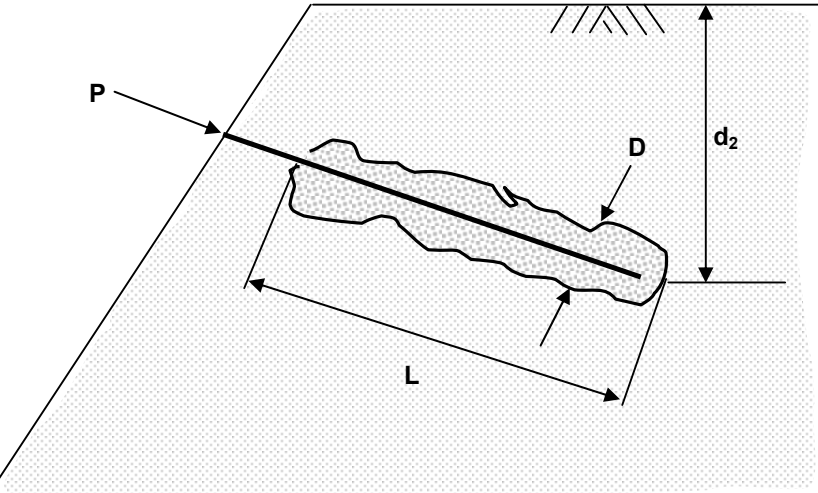
D	0,08	m
$d_2$	5,0	m

**Carga del anclaje**

P	8,0	ton
---	-----	-----

**Propiedades en la interfase**

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada L= 5,97 m



### CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

**Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura**

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	9,2	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	18,6	°
$\delta =$	12,4	°
$c_a =$	6,4	ton/m <sup>2</sup>

**Características geométricas**

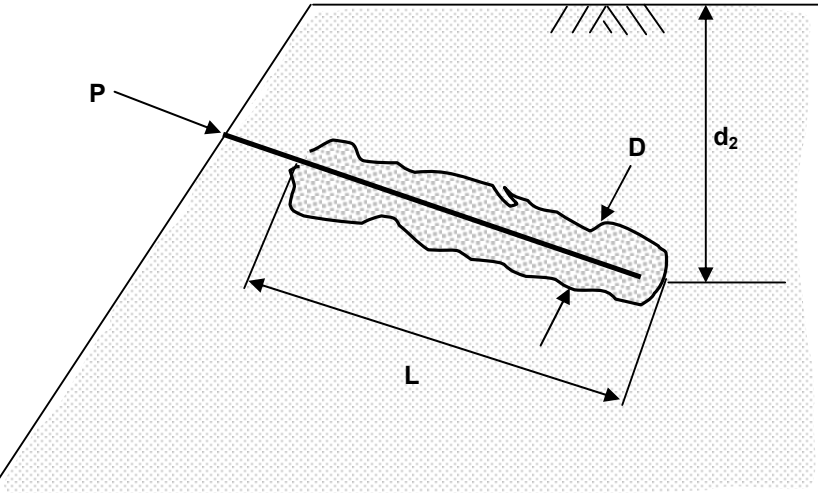
D	0,08	m
$d_2$	5,0	m

**Carga del anclaje**

P	8,0	ton
---	-----	-----

**Propiedades en la interfase**

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada L= 3,97 m

## CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

### Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	2,2	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	18,6	°
$\delta =$	12,4	°
$c_a =$	1,5	ton/m <sup>2</sup>

### Características geométricas

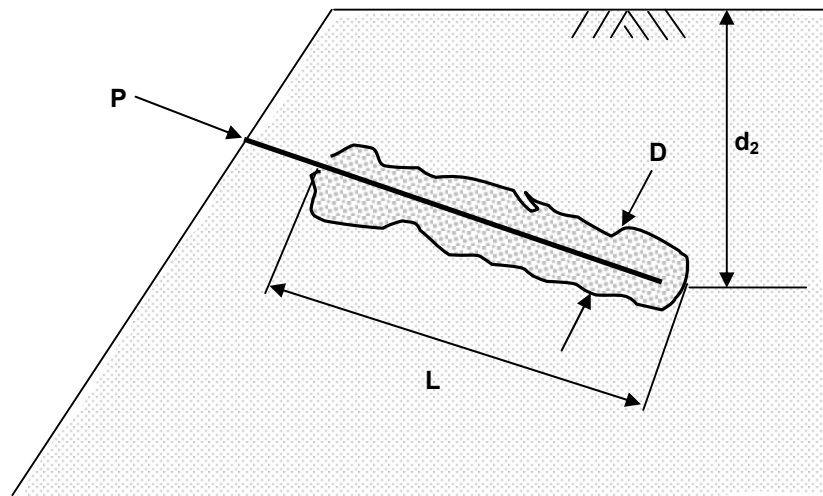
D	0,08	m
$d_2$	5,0	m

### Carga del anclaje

P	6,0	ton
---	-----	-----

### Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada  $L =$  8,06 m

### CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

**Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura**

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	5,2	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	21,2	°
$\delta =$	14,1	°
$c_a =$	3,6	ton/m <sup>2</sup>

**Características geométricas**

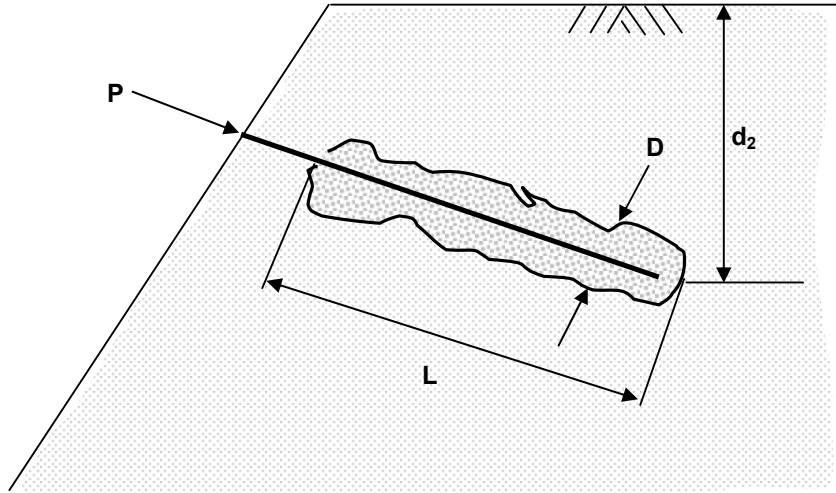
$D$	0,08	m
$d_2$	5,0	m

**Carga del anclaje**

$P$	6,0	ton
-----	-----	-----

**Propiedades en la interfase**

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada L= 4,47 m

### CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

**Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura**

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	9,2	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	18,6	°
$\delta =$	12,4	°
$c_a =$	6,4	ton/m <sup>2</sup>

**Características geométricas**

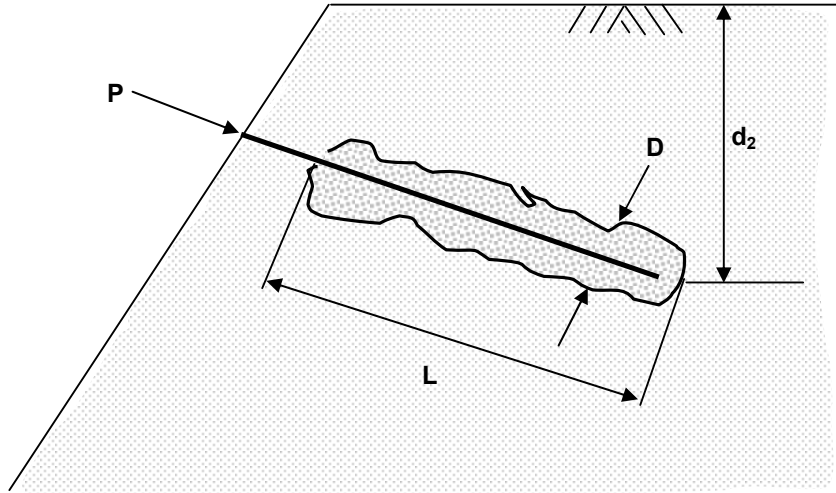
$D$	0,08	m
$d_2$	5,0	m

**Carga del anclaje**

$P$	6,0	ton
-----	-----	-----

**Propiedades en la interfase**

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada  $L = 2,98 \text{ m}$

## CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

### Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	1,8	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	18,6	°
$\delta =$	12,4	°
$c_a =$	1,3	ton/m <sup>2</sup>

### Características geométricas

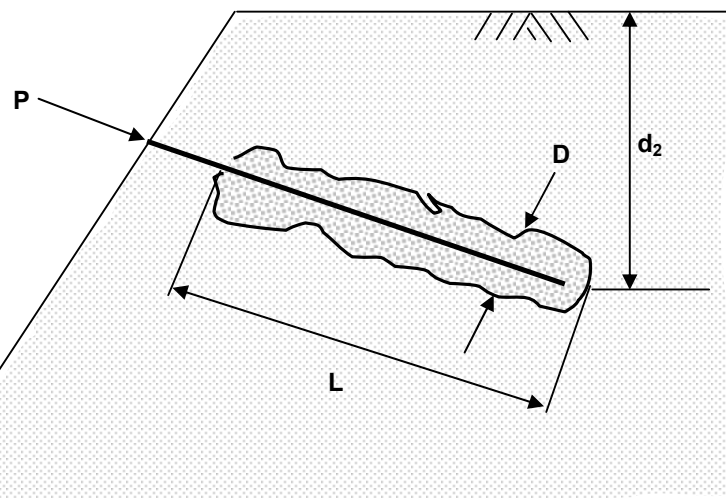
$D$	0,08	m
$d_2$	5,0	m

### Carga del anclaje

$P$	8,0	ton
-----	-----	-----

### Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada  $L =$  11,80 m

### CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

**Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura**

$\gamma =$	2,1	ton/m <sup>3</sup>
$c =$	1,8	ton/m <sup>2</sup>
$\phi =$	18,6	°
$\delta =$	12,4	°
$c_a =$	1,3	ton/m <sup>2</sup>

**Características geométricas**

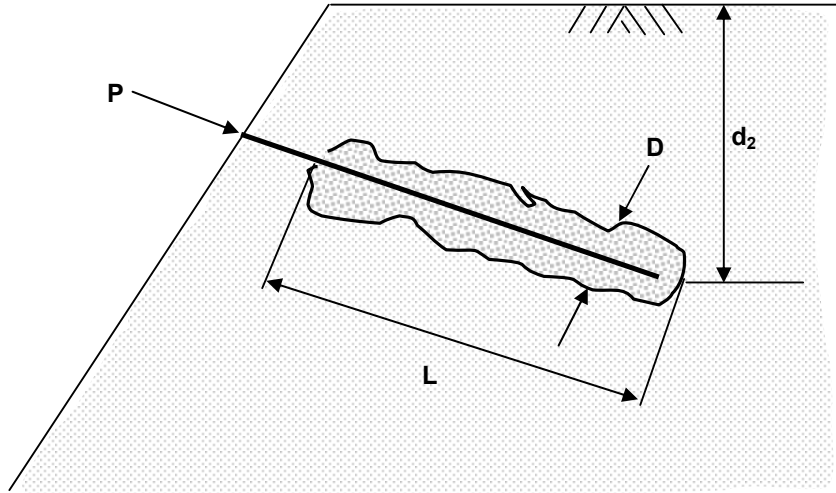
$D$	0,08	m
$d_2$	5,0	m

**Carga del anclaje**

$P$	6,0	ton
-----	-----	-----

**Propiedades en la interfase**

$\delta =$	0,67	( $1/3\phi - 3/3\phi$ )
$c_a =$	0,70	( $0.7c - 1.0c$ )



Longitud de desarrollo calculada L= 8,85 m

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE**  
**PRECIOS UNITARIOS**

**Punto No. 7 - Nueva Colombia, Ciudad Bolívar**

<b>CANTIDADES DE OBRA</b>				
<b>Anclaje</b>	<b>L bulbo ejecutada</b>	<b>L libre actual</b>	<b>L bulbo requerida</b>	<b>L TOTAL</b>
S-1	4,1	5,9	6,0	11,9
I-1	5,5	1,5	6,0	7,5
S-2	4,1	5,9	6,0	11,9
I-2	5,5	1,5	6,0	7,5
S-3	3,8	6,2	6,0	12,2
I-3	4,0	3,0	6,0	9,0
S-4	3,3	6,7	6,0	12,7
I-4	3,4	3,6	6,0	9,6
S-5	3,3	6,7	6,0	12,7
I-5	4,0	3,0	6,0	9,0
S-6	4,0	6,0	6,0	12,0
I-6	3,3	3,7	6,0	9,7
S-7	4,5	5,5	6,0	11,5
I-7	5,0	2,0	6,0	8,0
S-8	5,5	4,5	6,0	10,5
I-8	3,4	3,6	6,0	9,6
S-9	5,0	5,0	6,0	11,0
I-9	3,2	3,8	6,0	9,8
S-10	5,5	4,5	6,0	10,5
I-10	3,5	3,5	6,0	9,5
S-11	6,0	4,0	6,0	10,0
I-11	1,5	5,5	6,0	11,5
S-12	6,7	3,3	6,0	9,3
I-12	2,5	4,5	6,0	10,5
S-13	3,3	6,7	6,0	12,7
I-13	2,2	4,8	6,0	10,8
S-14	6,7	3,3	6,0	9,3
I-14	2,0	5,0	6,0	11,0
<b>Total</b>	114,8	123,2	168,0	<b>291,2</b>



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**CRONOGRAMA**

**Punto No. 7 - Nueva Colombia, Ciudad Bolívar**

<b>CRONOGRAMA DE OBRAS</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SEMANAS</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Obras de estabilización y protección				



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES  
DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL,  
USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE  
BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 8 – EL PASEITO III, SAN**  
**CRISTÓBAL**  
**DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. 2173**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, G. I. A. CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA, D. C., COLOMBIA, NOVIEMBRE DE 2004**

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2173**

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004**

**PUNTO No. 8 – EL PASEITO III, SAN CRISTÓBAL**

---

**1 LOCALIZACIÓN**

Localidad : San Cristóbal (04)  
Barrio : El Paseito Sector III  
UPZ : (50) La Gloria  
Dirección : Entre calles 41 E Sur y 42 A Sur y carreras 17 A Este y 18 Este  
Fecha de visita : 06 de noviembre de 2004.  
Área de influencia : 1,1 ha  
No. de predios evaluados: Ninguno  
Población beneficiada : Aproximadamente 200 personas, que habitan las viviendas que colindan con la zona  
Vigencia : Temporal, mientras no se modifiquen las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

**2 INTRODUCCIÓN**

El presente informe comprende el diagnóstico general de las condiciones actuales de la Urbanización El Paseito Sector III y las recomendaciones específicas para el manejo de drenaje en la parte alta de la Urbanización de acuerdo con los Diagnósticos Técnicos DI-1570 y DI-2039 y solicitud de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) para efectuar el estudio de este punto.

El diagnóstico se basa en las observaciones efectuadas en el sitio durante visita realizada el día 06 de noviembre de 2004 y la recopilación de información secundaria relacionada con el punto en estudio.

**3 INFORMACIÓN SECUNDARIA Y ANTECEDENTES**

Efectuada una revisión de la información disponible se puede establecer un recuento de los principales antecedentes relacionados con el objeto del presente informe:

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0	FECHA	NOVIEMBRE/04		
ELABORÓ:	CC	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS

### 3.1 Estudio de suelos del predio “El Paseito” (Fecha no establecida)

En el estudio de suelos del predio “El Paseito”<sup>1</sup>, titulado “Recomendaciones de Adecuación, Suelos y Cimentaciones” no se pudo establecer autor ni fecha de ejecución, dado que no registra esos datos. De igual forma no incluye algunos planos y figuras mencionados en el texto del informe, como son el Plano No. 1, Plano No. 2, Figura No. 1 y Figura No. 2.

El informe consta de un texto principal de 10 páginas y dos anexos (A “Geología”, con dos figuras A-1 y A-2, y B “Perfiles estratigráficos”). El texto principal consta de las siguientes secciones:

1. Objetivo
2. Descripción del área
3. Caracterización geotécnica
4. Zonificación
5. Concepto y recomendaciones
6. Limitaciones

Según el informe, el objetivo del estudio es presentar “el resultado de las labores de levantamiento geológico, exploración del subsuelo y análisis que llevan a plantear las medidas de adecuación y las recomendaciones de cimentación para el plan de loteo que se proyecta en el predio llamado ‘El Paseito’, situado en la zona suroriental de la ciudad de Bogotá”.

El autor (desconocido), en la sección 2 define que el área de interés se encuentra “a la altura de la calle 42 Sur con transversal 7ª Este, colindando con la carretera que asciende desde la vía a Mllavicencio hacia las canteras del Zuque”. Refiere que el terreno presenta una topografía ondulada, con una pendiente media de unos 10° a 15° hacia el occidente y que en el “borde centro-oriental se aprecian pequeños socavones de los que se extraía material gravillo – arenoso para construcción”. Así mismo identifica unas “pequeñas acequias que colectan agua en tiempo lluvioso” e “hilillos de agua permanentes”.

La sección 3 se compone de tres subsecciones, así:

- ✍ Geología: Establece una secuencia de rocas duras primordialmente areniscas de la formación Guadalupe descansando sobre rocas más jóvenes de la formación Guaduas, en un paquete que se encuentra en posición invertida. El rumbo de las capas es en general N-S con buzamientos entre 15° y 45° hacia el oriente y no se delimitan las familias de discontinuidades debido a que la meteorización ha borrado la evidencia. Se registra que al oriente de los terrenos de El Paseito, en el contacto de las formaciones Guadalupe y Guaduas se localiza una falla regional que, según el autor,

---

<sup>1</sup> Al parecer, y de acuerdo con la Figura A1 del estudio de suelos y el plano de proyecto urbanístico, la Urbanización El Paseito sectores I y III ocupa solamente una parte del denominado predio “El Paseito”, ubicada en el extremo norte del predio.

“puesto que se trata de una falla inactiva, no ocasiona ninguna afectación al predio”.

- ✍ Perfil del subsuelo y condiciones de agua: El informe contiene un perfil promedio, obtenido a partir de la ejecución con hoyador manual de 13 huecos (cuyo registro aparece en el Anexo B del informe), identificando primeramente “una capa superficial de suelo limoso orgánico negro y con raíces cuyo espesor varía entre unos 10 cm y 80 cm, aproximadamente”; subyaciendo este suelo, “aparece una arcilla de plasticidad media.alta, de colores grises y amarillentos y de consistencia firme (Resistencia medida con penetrómetro manual entre 1,0 y 2,0 kg/cm2)”.

Se habla de un depósito de origen coluvial (y posiblemente fluvio-glacial, según el autor) en la zona nororiental del lote, compuesto por “guijos y cantos grandes (de más de 30 cm) en una matriz areno arcillosa cuya consistencia es firme”.

Así mismo registra que, con excepción de una de las perforaciones (ubicada en una depresión), no apareció agua hasta la profundidad explorada.

El autor considera que “dada la baja permeabilidad del paquete de rocas arcillosas, no se dan las condiciones para acumulación y flujo de de aguas subterráneas de importancia pero si (*sic*) pueden ocurrir flujos menores a lo largo de diaclasas y otras fracturas, lo cual vendría a explicar los nacederos y corrientes de agua permanentes que aparecen en el lote”.

- ✍ Condiciones de estabilidad: “Las condiciones de estabilidad del área son satisfactorias. No se observan durante el recorrido grietas, escarpes o irregularidades del terreno que hagan sospechar la presencia de deslizamientos o reptamiento”. A renglón seguido se menciona como excepción un problema local que “aparece cerca a la esquina de intersección de la transversal 7E con carrera 7E”, en donde “se aprecia allí un zanjón natural donde se han arrojado desechos sin control, entorpeciendo el drenaje natural. El fenómeno de deslizamiento solo (*sic*) parece comprometer tales desechos y la cobertura de suelo superficial, pero puede llegar a afectar la calle, por lo cual merece un tratamiento, como se verá posteriormente”.

En la sección 4, el estudio presenta una zonificación del lote en cinco sectores (que no pudieron ubicarse, dado que se carece del plano), caracterizados así:

- ✍ Zona 1: “Terreno nororiental del área, donde se aprecia el depósito de fragmentos de roca en matriz areno-arcillosa firme. Tal depósito es claramente visible en algunos socavones de donde se extraía material para construcción”.
- ✍ Zona 2: “Se trata de dos ‘cuencas’ donde aparecen hilillos de agua durante la época de lluvias, uno de ellos proveniente de la escorrentía desde la carretera”.

- ✍ Zona 3: “Se trata de una pequeña hendidura del terreno donde se presentan deslizamientos menores que descargan en la calle 7E detrás (al oriente del área inestable mencionada en el numeral 3.3” (El numeral 3.3 es el que se refiere a las condiciones de estabilidad).
- ✍ Zona 4: “Esta ‘cuenca’ se distingue por cuanto en ella se ven dos corrientes de agua permanentes: Una que nace arriba de la carretera y la otra en el lote mismo. En este sector – y más específicamente, hacia el fondo de la hondonada- se tienen condiciones de mayor humedad si se lo compara con el resto del lote”.
- ✍ Zona 5: “El extremo sur del lote coincide con los afloramientos rocosos que se ven cerca al tanque del acueducto” (No se menciona la ubicación ni características del tanque).

En la sección 5, el autor concluye que “el lote es apto para urbanización, tanto desde el punto de vista de estabilidad, como de capacidad de soporte del suelo”. Las recomendaciones se presentan en 8 subsecciones, así:

- ✍ Tratamiento de cauces: Se menciona que antes de iniciar las labores de descapote y terraceos se deben adecuar los cauces de tipo permanente, recomendando las siguientes acciones: Para el “manantial” (al parecer la corriente que nace en el lote, según descripción de la zona 4), el tratamiento es un dren que entrega a una caja que desagua en el sistema de alcantarillado; para la “acequia” recomienda su conducción por tubería, la cual debe ser por lo menos de 20” de diámetro.; para otras corrientes, “adecuando una cuneta en el borde occidental de la vía en esta curva” (¿?).
- ✍ Lineamientos para el loteo: El autor “cita a título de ejemplo” los elementos de contención para los barrancos entre las terrazas de los cortes, así: “Para una altura del orden de 1,5 m un muro en mampostería es seguro; para alturas mayores, hasta de unos 2 m, se requerirá de machones y vigas de concreto que lo refuercen, y si la altura es ya superior a los 2 m, se deben construir elementos en concreto reforzado”. Se recomienda acomodar el terraceo a la topografía actual, orientar los lotes para que los cortes máximos no superen los 2 m y separar las viviendas de los bordes de un talud cuando menos 2 m.
- ✍ Cortes: Se recomiendan cortes verticales para taludes temporales menores de 3 m e inclinación máxima de 1,5V:1H para taludes permanentes, protegiéndolos con empradización.
- ✍ Rellenos: Se descarta el uso de suelo limoso orgánico, excepto en las zonas de parques, así como la incorporación de grandes fragmentos de roca (superiores a 50 cm).
- ✍ Nivel de fundación y capacidad portante de muros: El estudio recomienda “adoptar como suelo de fundación la arcilla gris amarillenta que subyace al limo orgánico. Este material aparece a profundidad variable entre 10 cm y 80 cm medidos desde el nivel actual del terreno y su capacidad portante

admisible puede tomarse como 10 t/m<sup>2</sup>". Recomienda cimientos en forma de T invertida, con elementos de amarre, que deben quedar enterrados en la arcilla como mínimo 50 cm.

- ✍ Medidas correctivas en el "sitio D" (sitio con problema de deslizamiento mencionado en "Condiciones de estabilidad", sección 3 del informe): Al oriente de la calle (¿?) construir un dren y excavar el suelo que se ve agrietado o removido antes de colocar rellenos; al occidente de la calle, un muro de contención, zanjas para encauzar las aguas y reconfiguración del talud.
- ✍ Inspección de los trabajos: Se menciona la intención del autor de asistir a una visita de un día durante los trabajos de explanación para verificar y complementar lo sugerido, previendo efectuar unas perforaciones con barreno manual del orden de 2 m.
- ✍ Precauciones durante y después de la construcción: Se recomienda un estricto control de calidad de las estructuras y las instalaciones domiciliarias; así mismo recomienda la empedradización de taludes y zonas baldías y la arborización, para lo cual se prefieren "árboles nativos, pero si se optase por especies agresivas (pinos, eucaliptos, urapanes) los ejemplares deberán plantarse a una distancia no inferior a los 10 o 15 m de las casas.

En la última sección (6) el autor manifiesta haber efectuado un "reconocimiento razonable del lote" y advierte de que si se encontraran condiciones distintas se le avise al Ingeniero de Suelos.

En el anexo A se amplía el texto sobre la geología, y se presenta una figura con la ubicación del lote, las estaciones de medición, una falla al oriente del lote y algunos datos de rumbo y buzamiento; en otra figura se presenta una columna estratigráfica de más de 75 m.

En el anexo B se presentan los registros de los 13 huecos abiertos, de los cuales los de mayor profundidad son los denominados "Hueco 1" y "Hueco 4", que llegaron a 0,8 m. La suma de profundidades para los 13 huecos es de 7,5 m, para un promedio menor a 60 cm por hueco.

### **3.2 Proyecto urbanístico (1993)**

De acuerdo con el plano "Proyecto Urbanístico", plancha US.116/4-01, incorporado en la plancha 1:2000 L-60 y la 1:5000-46 L JL del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) el 02 de febrero de 1993, la Urbanización El Paseito sectores I y III, se había proyectado para construir 836 viviendas de estrato 2 distribuidas en 22 manzanas, con su respectiva infraestructura de servicios públicos domiciliarios, vías peatonales y vehiculares, parqueaderos, parques y zonas verdes, en un lote de 2,73 hectáreas. Dicho plano fue presentado al DAPD por Patricia Moreno y Cía. S. en C., Gamaliel Franco Loaiza (Propietario) y Ernesto Angulo G (Arquitecto) y consta aceptación del DAPD por las divisiones de cartografía, plan vial y urbanizaciones. (Patricia Moreno y Cía. S. en C. y Franco, 1993).



### 3.3 Legalización (1993) y construcción de la Urbanización (1995)

La Urbanización fue legalizada mediante el acto administrativo No. 502 de 1993 emitido por el DAPD y construida hacia 1995 (DPAE, 2002). De acuerdo con información de la Subsecretaría de Control de Vivienda del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), el constructor es la firma AB Ingenieros.

### 3.4 Diagnóstico DI-1570 (2002)

En agosto de 2002, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) atendiendo una solicitud de la comunidad de la Urbanización Paseito III, emitió el Diagnóstico No. DI-1570 de 2002 (DPAE, 2002), suscrito por el Ingeniero John Edwin Alarcón del Área de Análisis de Riesgos de la DPAE, con base en visitas efectuadas los días 08 y 09 de agosto de ese año.

En dicho documento se registra un movimiento superficial del terreno en el área correspondiente a la calle 42 sur entre carreras 18 y 17 B este, que se evidencia por desplazamientos horizontales de la zona blanda (andén), los cuales generan deformación de las tuberías de acueducto y gas natural; se observaron humedades en los patios de las viviendas y fisuras en los muros de mampostería estructural y en las juntas de unión entre muros perpendiculares, “denotando errores constructivos al no existir entramamiento entre los bloques de dichos muros”. También se reportan fisuras longitudinales en las placas del primer piso.

El informe establece que debido al movimiento del terreno y a la conformación estructural de las viviendas, el movimiento relativo de las placas de entrepiso originan un empuje que es aplicado directamente a los muros estructurales de la casa aledaña, generando la aparición de fisuras en dichas paredes.

También se hace alusión a movimientos superficiales y condiciones húmedas de la zona superior de la Urbanización, en donde se detectó una alcantarilla inconclusa que fue cubierta por material inestabilizado.

El informe concluye que:

“

- ✍ La inestabilidad del terreno es generada por la falta de un sistema de drenaje adecuado, tanto en la parte alta de la Urbanización como dentro de la misma.
- ✍ El fenómeno actual de agrietamiento de las viviendas no implica un daño estructural que pueda ocasionar el colapso inmediato.
- ✍ El aporte continuo de las aguas subsuperficiales puede acelerar los desplazamientos del terreno, con lo cual se generará una mayor afectación de las viviendas. “

Las recomendaciones del informe están referidas a los siguientes aspectos:

“

- ✍ Revisión del estudio geotécnico de la Urbanización, para determinar si se requieren obras para garantizar la estabilidad local y general de la zona.
- ✍ Construcción de obras de drenaje superficial (como por ejemplo cunetas revestidas en concreto pobre o con geomembrana y drenes franceses) en la zona alta y media de la ladera.
- ✍ Revisión de las redes de acueducto y alcantarillado de la zona, con el fin de detectar posibles fugas en dichas redes, originadas por el movimiento actual del terreno por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).
- ✍ Investigación por parte de la Subsecretaría de Control de Vivienda para determinar responsabilidades. “

### **3.5 Diagnóstico DI-2039 (2004)**

En atención a dar cumplimiento a lo dispuesto en el fallo de acción de tutela 2004-0149 del Juzgado 28 Penal del Circuito, la DPAE emitió el Diagnóstico No. DI-2039 (DPAE, 2004 b) en junio de 2004, suscrito por el Ingeniero Libardo Tinjacá del Área de Análisis de Riesgos de la DPAE, en el cual se registran los pormenores de la visita adelantada el 04 de junio de 2004 en donde se efectuó una inspección de la vivienda ubicada en la Calle 42 A Sur No. 17 – 66 Este de propiedad de Mercedes Uribe Gómez, para establecer el estado y condiciones de dicho inmueble.

Este informe determina que la vivienda inspeccionada no presenta daños en el primer piso y que a la altura del segundo piso se observa un agrietamiento leve que coincide con la intersección del muro de fachada y el muro estructural, condición que no compromete la estabilidad del inmueble y que está asociada a la dilatación constructiva que indica la diferencia entre los materiales de mampostería utilizados (Ladrillo tolete de fachada con bloque de concreto estructural).

De igual forma se realizó un reconocimiento del sector y se identificó que en la parte alta de la Urbanización no se construyeron obras para el manejo de las aguas de escorrentía.

El documento concluye que, de acuerdo con la visita, “se pudo establecer que la vivienda presenta condiciones aceptables de habitabilidad y no evidencia daños que comprometan su estabilidad, por lo tanto el inmueble puede continuar siendo ocupado” y recomienda para el control y manejo de las aguas de escorrentía “implementar obras de drenaje en la parte alta de la urbanización” y adicionalmente “adelantar la revisión de las instalaciones hidrosanitarias que permita identificar posibles fugas”.

### **3.6 Oficio RO-11290 (2004)**

Posteriormente, en el mismo mes de junio del presente año, la DPAE, a través de su director, emitió la carta RO-11290, con número de radicación 2-3120 (DPAE, 2004

a), dentro del proceso referido de acción de tutela, en la cual se enuncia la realización de la visita del 04 de junio y la emisión del diagnóstico DI-2039, con sus respectivas conclusiones; en este oficio también se establece la solicitud efectuada a la EAAB para la revisión de las redes de acueducto y alcantarillado del sector así como las instalaciones hidrosanitarias de la vivienda de nomenclatura calle 42 A Sur No. 17 – 66 Este. La carta registra, finalmente, que la DPAE adelantará el proceso de contratación de las obras de drenaje que requieren implementarse en la parte alta de la Urbanización de acuerdo con las recomendaciones establecidas en los diagnósticos técnicos DI-1570 y DI-2039.

#### **4. OBSERVACIONES DE CAMPO**

En la visita se efectuaron varias observaciones que se describen a continuación.

##### **4.1 Parte superior del lote (zona no construida)**

En este sector, que va desde la carrera 18 Este hasta el límite oriental del lote (según plano urbanístico), no se construyeron viviendas, aunque los postes de alumbrado público se encuentran instalados, como se puede observar en la **Fotografía No. 1**. En esta zona se ubicarían las manzanas N, Ñ, O, S, T y U, y tiene pendientes variables, generándose el drenaje hacia el occidente y el norte.



**Fotografía No. 1. Panorámica general de la parte superior del lote, vista hacia el noroccidente**

Esta zona se encuentra deforestada en buena parte, con pérdida del suelo orgánico y procesos de erosión en surcos, quedando visibles varios afloramientos rocosos, que muestran una sucesión de areniscas delgadas bastante fracturadas con arcillolitas de espesores entre 0,20 y 0,8 m, con rumbo aproximado N-S y buzamiento hacia el oriente mayor de unos 60°.

La intervención sobre el terreno también involucra, entre otras acciones, unas terrazas de loteo (Ver **Fotografía No. 2**) y un canal en sentido S-N (Ver **Fotografía**

**No. 3);** este canal, en forma de V, localizado aproximadamente en lo que sería la carrera 19 A Este (según orientación con postes eléctricos) se ha visto afectado por erosión, observándose varias cárcavas; al parecer, durante fuertes aguaceros, este canal se ve rebosado, generándose surcos en sentido E-W. El canal, que en ciertos sectores alcanza una profundidad de 1,5 m y un ancho superior de más de 3 m, no tiene una entrega propiamente dicha, sino que se dispersa en el talud en el costado norte.



**Fotografía No. 2. Terraceo abandonado en la parte superior del lote, vista hacia el oriente**



**Fotografía No. 3. Canal en sentido S-N a la altura de lo que sería la carrera 19 A Este, vista hacia el norte**



Por la severidad de la erosión puede deducirse que los caudales de escorrentía son altos.

Adicionalmente, se observan unas viviendas tipo invasión, en el costado suroriental, que al parecer vierten sus aguas negras al lote incrementando los caudales de escorrentía.

No se observa infraestructura para el manejo de drenajes en la zona.

#### **4.2 Zona construida (Manzanas D, E, F, G y H del plano de proyecto urbanístico)**

Este sector comprendido entre las calles 41 E Sur y 42 A Sur y carreras 17 A Este y 18 Este, corresponde al sitio que es objeto del presente trabajo. (Ver **Fotografías 4 a 8**). Comprende 93 viviendas de 2 pisos cada una, distribuidas en 5 manzanas, construidas en mampostería reforzada y fachadas en mampostería simple de ladrillo tolete de arcilla. Al igual que lo registrado en anteriores diagnósticos de DPAE, se desconoce el tipo y calidad de la cimentación de estas viviendas. Se identificaron cinco vías peatonales (Calles 42 Sur, 42 Bis Sur y 42 A Sur y carreras 17 B Este y 18 Este) y una vía vehicular (Carrera 17 A Este).



**Fotografía No. 4 (Izquierda). Calle 42 A Sur hacia el oriente**

**Fotografía No. 5 (Derecha). Carrera 18 Este en la intersección con la calle 42 Bis Sur, vista hacia el sur**



**Fotografía No. 6. Carrera 17 B Este, vista hacia el norte**



**Fotografía No. 7. Calle 42 Bis Sur, vista hacia el occidente**



**Fotografía No. 8. Calle 42 Sur, vista hacia el occidente**



Tal como ha sido descrito en los diagnósticos anteriores de DPAAE, se observan grietas en los andenes, cunetas y escaleras exteriores y signos de humedad en estos mismos elementos y en las paredes de las viviendas (Ver **Fotografías 8 a 10**). No se detectan evidencias de inestabilidad global del terreno.



**Fotografía No. 9. Fisuras en un andén escalera y cuneta de la calle 42 Sur**



**Fotografía No. 10 (Izquierda). Fisuras en muro de andén de la calle 42 Sur**

**Fotografía No. 11 (Derecha). Taponamiento de cuneta con basura en la carrera 17 B Este que evidencia la falta de mantenimiento de las obras de drenaje existentes**

Para verificar la posición del nivel freático y conocer las características del material presente, se realizó, por parte de esta Consultoría, una trinchera - apique, localizada en el extremo nororiental de la manzana H, encontrándose un limo arcilloso café en el cual el nivel freático se localizó aproximadamente a 0,50 m del nivel de andén de la carrera 18 Este.

Los problemas de humedades y saturación del suelo se ven agravados por tres factores adicionales. El primero de ellos está relacionado con las grietas que presentan elementos como andenes, cunetas y escaleras, lo que permite mayores infiltraciones de las aguas de escorrentía al terreno. El segundo es la existencia de cunetas adyacentes a las culatas de las viviendas de la carrera 17 B Este (costado occidental) y de la carrera 18 Este, como se aprecia en las **Fotografías 6 y 5** respectivamente, lo que origina constante humedad de los muros. El otro factor es la falta de aseo de estas cunetas (las ubicadas en las carreras mencionadas) por parte de la comunidad, que ocasiona taponamientos y empozamientos de agua y por ende, humedad en los muros (Ver **Fotografía 11**).

La capacidad del sistema de drenaje superficial existente podría resultar insuficiente, y convertirse en otro factor agravante, pero su evaluación escapa del alcance de este informe.

En cuanto a la revisión del estado de las redes de acueducto y alcantarillado y de las instalaciones hidrosanitarias internas de las viviendas, cabe mencionar que la DPAE solicitó adelantar esta labor a la EAAB.

### **4.3 Carrera 17 A Este**

La carrera 17 A Este es una vía vehicular que se encuentra sin pavimentar, como se observa en la **Fotografía No. 12**.



**Fotografía No. 12. Carrera 17 A Este, vista hacia el norte**



En esta zona se observa la confluencia de numerosos cursos de drenaje, erráticos, que no han sido adecuadamente manejados, varios de los cuales corren libremente por la vía y otros aparecen, como una pequeña quebrada, en el costado occidental de la vía. De igual forma se observa que los drenajes de varios muros de contención se encuentran obstruidos generando algunos leves movimientos en los mismos como lo reportan algunas personas habitantes del sector que espontáneamente se acercaron a expresar sus testimonios.

## **5. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y CONCLUSIONES (DIAGNÓSTICO)**

### **5.1 Identificación del problema objeto de diagnóstico**

La Urbanización El Paseito III se encuentra afectada por un problema de manejo inadecuado de aguas superficiales y subsuperficiales, por una intervención irresponsable y agresiva del medio ambiente, que origina movimientos superficiales localizados de algunos sectores de terreno y posibles daños en instalaciones subterráneas, todo lo cual se manifiesta en agrietamiento de varios elementos del mobiliario urbano, como andenes, cunetas y otros similares, y humedades en las viviendas; esto conlleva, a su vez, a una afectación del bienestar de los habitantes, principalmente su salud, y en una percepción de encontrarse en situación de alto riesgo, abandono del Estado y haber sufrido una estafa por parte del Constructor de la Urbanización.

### **5.2 Posibles causas del problema**

La problemática actual del sector se puede atribuir a la concurrencia simultánea de varios factores, tanto de corte técnico, como funcional de la Urbanización. A continuación se presentan los principales elementos que han originado la presente situación.

#### **5.2.1 Factores relacionados con el diseño**

##### **✍ Estudio de suelos**

Al efectuar una revisión del estudio de suelos, se notan varias deficiencias del mismo que se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Insuficiente exploración del subsuelo: Si bien en la época de ejecución del estudio no se encontraban vigentes las Normas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR98, que establece requisitos mínimos para los estudios de suelos, es claro que 7,5 ML de exploración para un lote de aproximadamente 4 o 5 hectáreas resulta insuficiente (En la actualidad, y según las NSR98, se exigen como mínimo 50,0 ML para un proyecto similar). No se ejecutaron perforaciones ni apiques, sino solamente huecos con hoyador, lo que no permite una adecuada visualización del material de suelo, sus condiciones y características. La profundidad de investigación resulta a todas luces insuficiente, ya que ni siquiera se investigó el espesor del estrato de arcilla (definido como suelo de fundación) o por lo menos su auscultación hasta una profundidad razonable.

- Insuficiente investigación de los parámetros geotécnicos: El autor del estudio de suelos no efectuó un solo ensayo de laboratorio y solamente caracterizó el material con pruebas de campo de penetrómetro de bolsillo, que solamente dan una lejana idea de la resistencia del suelo y por ello no reemplazan los ensayos requeridos.
- Ausencia de cálculos: El informe no registra la realización de cálculo alguno de estabilidad o de capacidad portante.
- Ausencia de especificaciones para el material de los rellenos: Lo cual podría explicar las grietas en elementos “débiles” como los andenes
- Emisión de conceptos sin el debido soporte técnico: Afirmaciones y conceptos como “la falla regional es inactiva y no ocasiona ninguna afectación al predio”, “el lote es apto para urbanización, tanto desde el punto de vista de estabilidad, como de capacidad de soporte del suelo”, las recomendaciones de contención de los barrancos entre las terrazas, o la definición del suelo de fundación y la capacidad portante admisible, no están debidamente respaldadas en el informe por análisis y pruebas técnicas, por lo que el estudio cae, en algunos aspectos, en el campo de lo especulativo.

Afortunadamente, y aunque esta variable ni siquiera es mencionado en el estudio, la condición geológica favorece la estabilidad del sector, debido a la posición de los estratos.

Por lo expuesto, es notable que los resultados del estudio se ven seriamente comprometidos, en cuanto a su confiabilidad, aunque los aspectos descriptivos, de alguna manera, permiten establecer elementos importantes que debieron ser tenidos en cuenta en las posteriores etapas de diseño de la Urbanización.

#### **Diseño urbanístico**

Si bien el estudio de suelos presenta varias limitaciones y deficiencias técnicas, se puso en evidencia la necesidad de dar un manejo adecuado a los drenajes, lo cual no se plasma adecuadamente en el diseño urbanístico.

#### **Configuración estructural de las viviendas**

Aunque esto hace parte de otro problema, las zonas de intersección de las fachadas con los muros reforzados presentan varias dilataciones que se originan por el cambio de material y la ausencia de adecuados conectores o trabes. Se desconoce si existen problemas de diseño en la cimentación y en la estructura.

### **5.2.2 Factores relacionados con la construcción**

El estudio de suelos, con todo y sus deficiencias, es claro en establecer que antes de iniciar las labores de descapote y terraceo, resultaba necesario adecuar los cauces, lo cual no fue cumplido por el Constructor como se evidencia en la zona

superior del lote, donde hay descapotes, terrazas y cortes sin haber adelantado obras de drenaje.

El estudio de suelos menciona la existencia de corrientes permanentes, manantiales o nacederos y corrientes estacionales, por lo que debieron construirse obras apropiadas para encauzar las aguas.

De igual forma el Constructor intervino la parte alta del lote sin tomar las debidas precauciones, dejando abandonado y sin cobertura una gran porción de terreno. Al no existir cobertura vegetal que regule la escorrentía y la infiltración se generan problemas de escurrimientos y erosión, así como un aumento en la velocidad de flujo de las aguas superficiales en las partes altas y se reducen los tiempos de concentración de la cuenca; al llegar el agua a la zona construida, lo hace con gran energía y volúmenes apreciables, además que encuentra obstáculos que se traducen en infiltraciones mayores al subsuelo.

### **5.2.3 Factores relacionados con el funcionamiento de la Urbanización**

En este aspecto cabe mencionar las deficiencias de mantenimiento y aseo de las obras de drenaje superficial existentes por parte de la comunidad usuaria, así como una manifiesta falta de gestión para proteger la parte superior de la ladera.

### **5.3 Posible evolución del problema**

De no tomarse medidas adecuadas en forma oportuna es posible que el proceso evoluciones hasta generar procesos de inestabilidad global de la ladera, dado que en la actualidad se observan procesos activos de erosión, los taludes superiores se encuentran desprotegidos de capa vegetal y no hay manejo adecuado de las aguas de escorrentía y subterráneas.

### **5.4 Alternativas de intervención**

Considerando la magnitud de la problemática, es necesario efectuar una intervención para controlar en primera instancia los flujos de agua que llegan a la zona construida, pero a mayor plazo es imprescindible el manejo integral de la ladera, a través de reforestación con especies nativas, obras de drenaje en la zona no construida, adecuación del sistema de drenaje inferior e intervención puntual en sitios localizados. Para lograr esto se requiere un estudio detallado de riesgos que contemple variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, geotécnicas, sociales, económicas, urbanísticas y ambientales, que se escapa del alcance del presente informe.

En la **Sección 6** se presentan las recomendaciones generales y el diseño detallado de una intervención inmediata que se propone efectuar en el menor tiempo posible, anotando que dicha intervención inmediata busca mitigar en parte los problemas presentados, pero, como ya se dijo, no constituye la solución definitiva de los mismos.

## 6. RECOMENDACIONES

En la **Tabla 1** se presenta la propuesta de intervención de la ladera, indicando el orden de ejecución y un plazo aproximado.

ETAPA	MEDIDA	TIEMPOS	
		PLAZO	SE RECOMIENDA INICIAR ANTES DE (MESES)
1 - A	Construcción de drenajes en la parte alta de la Urbanización	Inmediato - prioritario	2
1 - B	Construcción de drenajes en la parte media de la Urbanización	Inmediato	4
2	Estudio integral de riesgos, con objetivos de prevención	Corto	6
3	Intervención del sistema actual de drenaje de la Urbanización, incluyendo alcantarillados, escorrentías y aguas subsuperficiales y subterráneas (Según diseños del estudio)	Medio	10
4	Obras de drenaje en la zona superior del predio (Zona no construida), obras de mitigación (Según estudio) y reforestación técnica, con la participación del Jardín Botánico y de la comunidad	Medio	10

**Tabla 1.** Propuesta general de intervención

Como parte integral del presente informe se efectuó el diseño detallado de las obras requeridas para la Etapa 1 (A y B) que hemos denominado de intervención inmediata, haciendo la salvedad de que estas obras se requieren con urgencia, pero no constituyen la solución total de la problemática, y además, por la ausencia de información técnica detallada, solamente constituyen solución parcial y provisional, hasta tanto se adelanten los estudios detallados propuestos. Tales obras buscan el abatimiento del nivel freático, así como la intercepción y recolección de drenaje superficial, que está afectando directamente las viviendas. Se contempla la construcción de filtros y cunetas, que requieren adicionalmente, la reconformación de taludes, cajas de recepción y otras complementarias, como se detalla en las **Figuras 1 a 5** y en los anexos.

En los anexos se presentan las especificaciones técnicas (**Anexo A**), cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo B**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo C**), En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de fotografías tomadas en el sitio de los trabajos.

## 7. FUENTES DE CONSULTA

Anónimo (Sin fecha definida). Recomendaciones de Adecuación, Suelos y Cimentaciones, Predio El Paseito. Bogotá, Colombia,

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.

Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE (2004 a). Oficio RO-11290 de DPAE a Juzgado Veintiocho Penal del Circuito. Bogotá, Colombia.

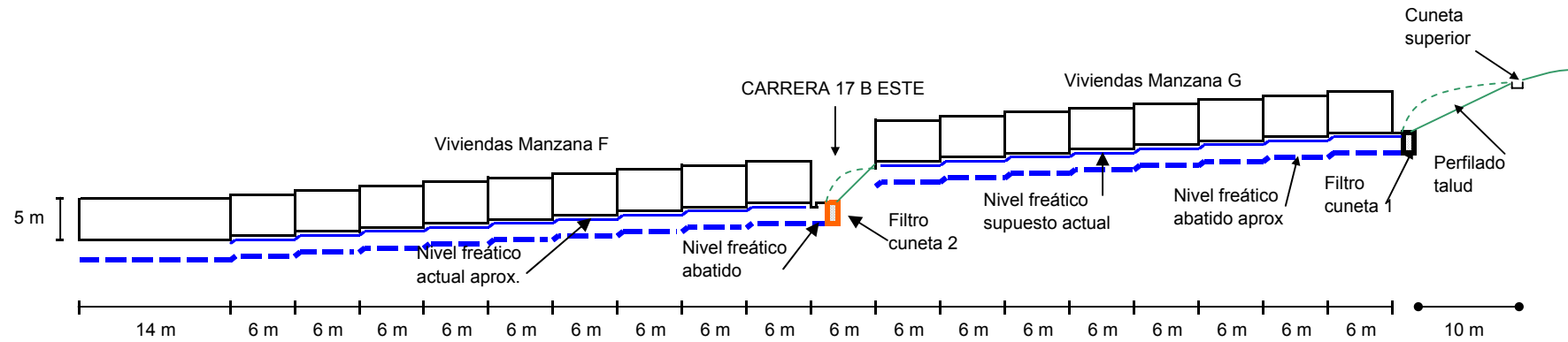
Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE (2004 b). Diagnóstico DI-2039. Bogotá, Colombia.

Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE (2002). Diagnóstico DI-1570. Bogotá, Colombia.

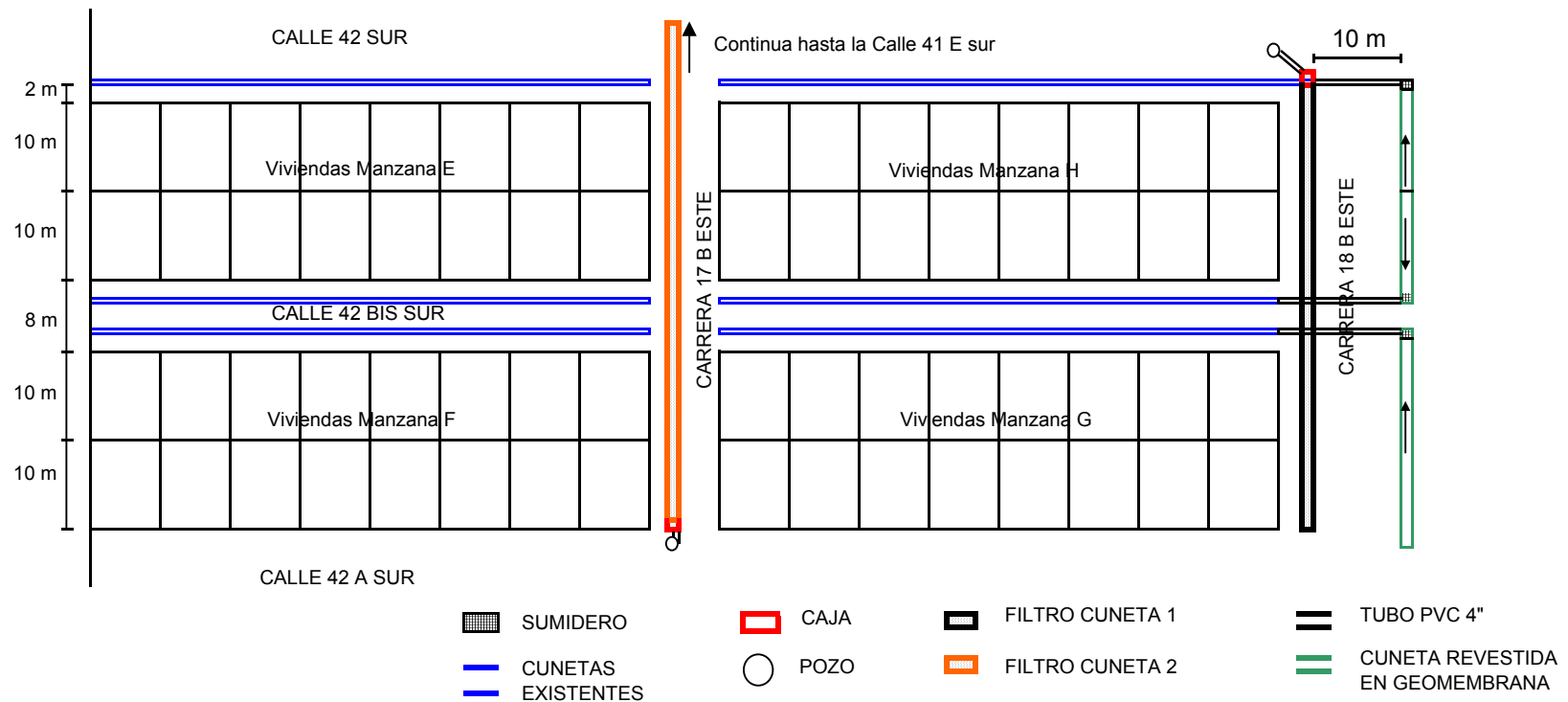
Patricia Moreno y Cía. S. en C. y Franco G. (1993). Proyecto Urbanístico Urbanización El Paseito Sectores I y III. Bogotá, Colombia.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES  
CARLOS H, CANTILLO R,  
Director de Consultoría**

**PUNTO No. 8 EL PASEITO, SAN CRISTÓBAL - FIGURAS 1 Y 2**  
**ESQUEMA LONGITUDINAL MANZANAS F Y G - SIN ESCALA**



**ESQUEMA EN PLANTA DE LA UBICACIÓN DE LAS OBRAS PROPUESTAS - SIN ESCALA**



**DETALLE FILTRO CUNETETA 1**

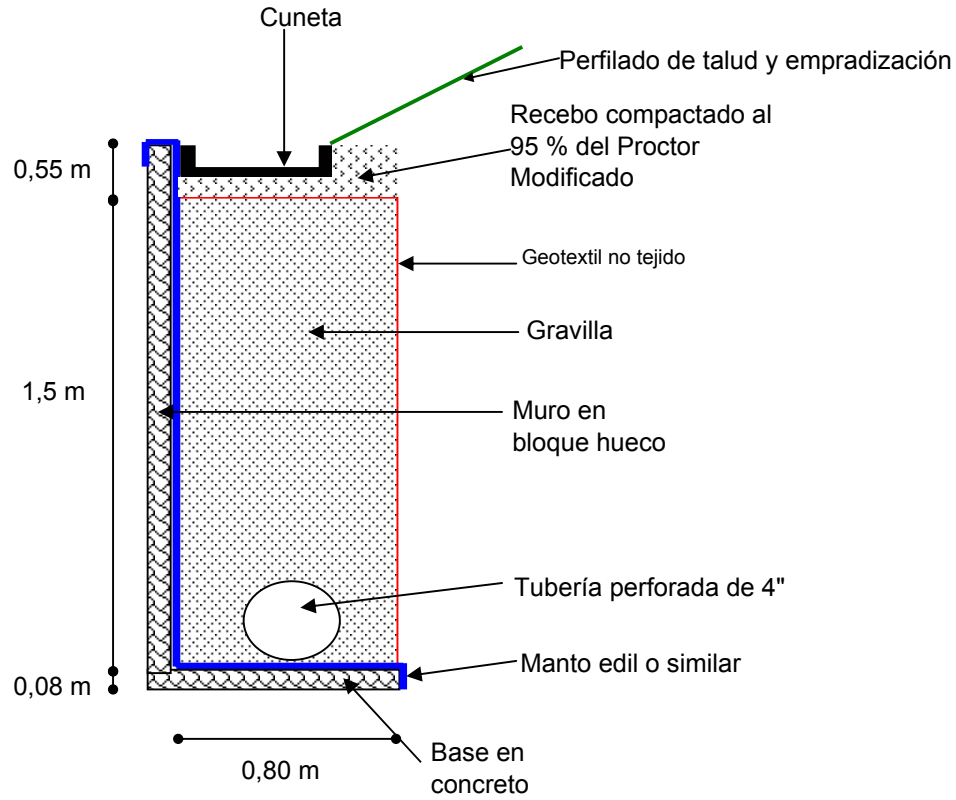


FIGURA 3

**DETALLE FILTRO CUNETETA 2**

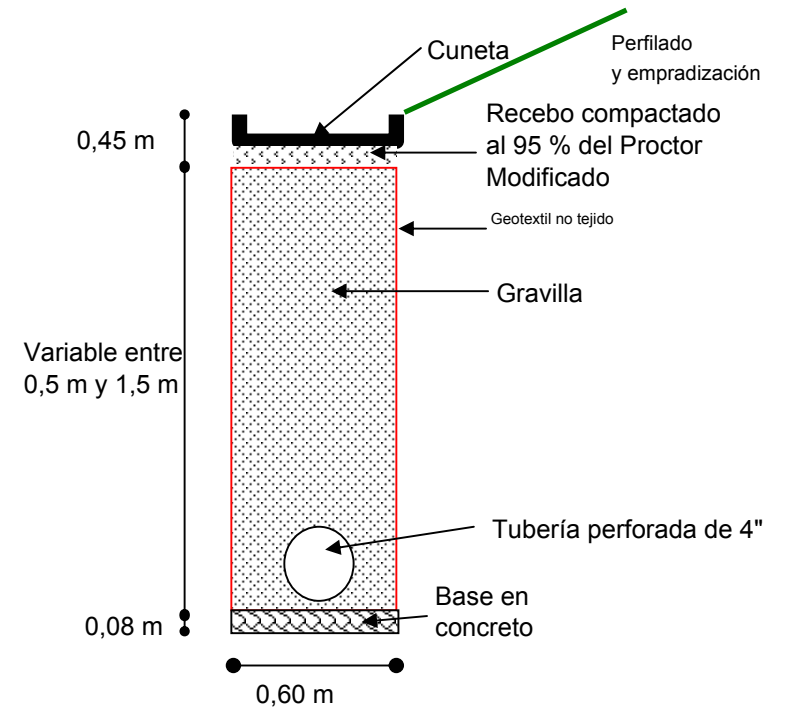


FIGURA 4

**DETALLE CUNETETA SOBRE FILTROS**

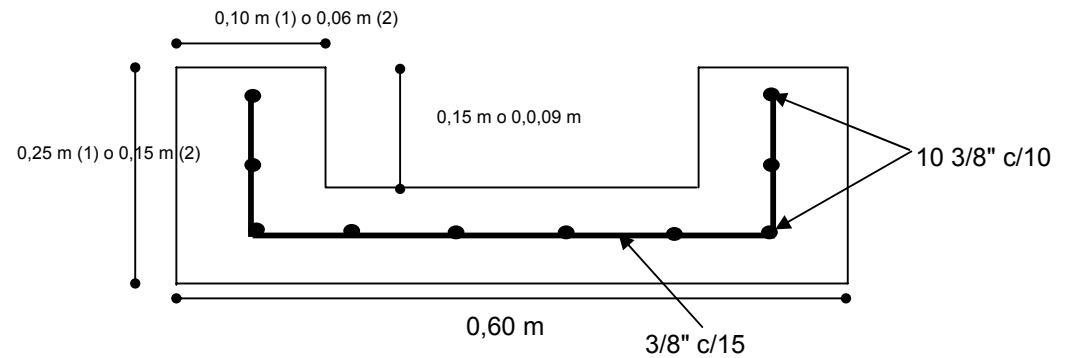


FIGURA 5

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**



## ANEXO A

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 8 – EL PASEITO III, SAN CRISTÓBAL

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Contratante designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO A PAG. 1	
VERSION:	1.0			FECHA	NOVIEMBRE/04
ELABORO:	CC	REVISO:	JL	APROBO:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Contratante las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Ensayos de calidad de recebo, arena, material de filtro, etc.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados.

### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 EXCAVACIONES (APLICABLE A ÍTEMS 1.1 Y 3.2)**

##### **Descripción**

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones y reconformaciones para la construcción de los filtros y el material obtenido del perfilado del talud de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor.

##### **Alcance**

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y la excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

##### **Método y procedimientos de construcción**

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

##### **Seguridad durante la ejecución**

Los taludes se excavarán adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando cualquier causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Las medidas especiales para la protección superficial del talud deberán realizarse en el menor tiempo técnicamente factible.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán por su propia cuenta.

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de las excavaciones en todo momento y dará cumplimiento a las disposiciones contempladas en las normas laborales y de seguridad.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces.

Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

Es necesario, cuando las excavaciones superen los 1,2 m efectuar protección de los taludes mediante entibamientos. A lo largo del filtro, las excavaciones se harán por tramos de 4 m, alternados.

### **Recibo del trabajo, precisión y tolerancias**

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

### **Unidad de pago**

Metro cúbico (M3).

### **Medición**

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

### **3.2 FILTRO – CUNETA TIPO 1 (ÍTEM 2.2)**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de filtros con cuneta para subdrenaje, con un muro en el costado aguas abajo, impermeabilizado con pañete integral impermeabilizado y un manto tipo Edil 3 mm o similar, geotextil, tubo perforado y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

#### **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de insumos y la construcción de filtros y cunetas, con el relleno respectivo. Las excavaciones se incluyen en el ítem respectivo.

#### **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción del filtro.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del filtro inferior sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor y se haya fundido una base en concreto de 2000 psi y el muro lateral completamente pañetado e impermeabilizado.

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, según el detalle del filtro, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslapo mínimo de treinta centímetros (0,30 m). Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. Antes de colocar el material filtrante debe instalarse en el fondo de la zanja el tubo perforado de PVC para uso hidráulico tipo filtro. De igual forma se conectará al filtro la tubería cerrada de PVC para su desagüe respectivo.

Después de instalado el filtro inferior se efectuará el relleno en material común (recebo común). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación.

La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 95% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

Posteriormente se fundirá la cuneta en concreto de 2000 psi, de acuerdo con las especificaciones, alineamientos y cotas.

### **Materiales**

Concreto: f'c a los 28 días 2000 psi

Manto: Edil o similar de 3 mm

Mampostería en bloque de arcilla hueco No. 4.

Pañete impermeabilizado 1:3 integral con Sika 1 o similar

Geotextil: Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

Material filtrante: Debe ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes, de tamaño menor a 3". El material filtrante deberá estar constituido por gravas. No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

Tubo de PVC: Como conducto de fondo se utilizará un tubo perforado de PVC de 4".

Recebo: Recebo común

### **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

### **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de filtro - cuneta que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

### **3.3 FILTRO – CUNETAS TIPO 2 (ÍTEM 2.3)**

## **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de filtros con cuneta para subdrenaje, geotextil, tubo perforado y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

## **Alcance**

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de insumos y la construcción de filtros y cunetas, con el relleno respectivo. Las excavaciones se incluyen en el ítem respectivo.

## **Método y procedimientos de construcción**

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de excavación y relleno y de construcción del filtro.

Será de responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

La construcción del filtro inferior sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor y se haya fundido una base en concreto de 2000 psi.

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, según el detalle del filtro, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslape mínimo de treinta centímetros (0,30 m). Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. Antes de colocar el material filtrante debe instalarse en el fondo de la zanja el tubo perforado de PVC para uso hidráulico tipo filtro. De igual forma se conectará al filtro la tubería cerrada de PVC para su desagüe respectivo.

Después de instalado el filtro inferior se efectuará el relleno en material común (recebo común). La colocación se hará por capas horizontales no mayores a 15 cm de espesor. Las piedras o bloques de tamaños mayores se deben retirar antes de la colocación.



La compactación se realizará con el material a la humedad óptima o muy cercana a ella y se debe lograr cuando menos el 95% de la densidad máxima seca del ensayo Proctor Modificado.

Posteriormente se fundirá la cuneta en concreto de 2000 psi, de acuerdo con las especificaciones, alineamientos y cotas.

## **Materiales**

Concreto: f'c a los 28 días 2000 psi

Geotextil: Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo

Material filtrante: Debe ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes, de tamaño menor a 3". El material filtrante deberá estar constituido por gravas. No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

Tubo de PVC: Como conducto de fondo se utilizará un tubo perforado de PVC de 4".

Recebo: Recebo común

## **Unidad de pago**

Metro lineal (ML) .

## **Medición**

Se medirá sobre planos en planta la cantidad de ML por el eje medio longitudinal de filtro - cuneta que cumpla con las especificaciones. La cantidad total en todos los casos se aproximará al primer decimal.

### **3.4 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 2.1, 2.4, 3.1 Y 3.3)**

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

#### **3.4.1 Empradización**

Corresponde a la siembra de pasto nativo, en cespedón o semillas a criterio de la Interventoría. Incluye suministro de la grama, el abono, la siembra, los trabajos de jardinería y riego hasta que la especie vegetal sobreviva. No incluye el perfilado del talud, que va en el ítem de excavaciones. Incluirá una capa mínima de 10 cm de

tierra negra apta para la siembra y malla de gallinero anclada a la roca. El trabajo se podrá recibir una vez se verifique que la empradización ha tomado un carácter permanente. Se medirán los M2 en planta sobre planos.

#### **3.4.2 Caja receptora de drenaje**

Cajas en ladrillo recocido, pañetadas por ambas caras con mortero impermeabilizado integralmente con Sika 1 o similar, según las dimensiones y localización indicadas en los planos, con placa de fondo en concreto reforzado y cañuelas, con tapa en concreto reforzado a la vista, marco metálico.

#### **3.4.3 Tubería PVC de 4”**

Tubería para la conducción del drenaje desde la caja hasta el sistema de alcantarillado de aguas lluvias del barrio. Tubería tipo PAVCO o similar, RDE 21, que cumpla con las normas ICONTEC. El pago se hará según los metros lineales medidos sobre planos en planta.

#### **3.4.4 Tapado cunetas en las carreras 17B Este y 18 Este**

Corresponde al tapado con recebo compactado mezclado en proporción 1:10 con cemento, colocación de polietileno y posterior andén de espesor 8 cm y cañuela en concreto de 2000 psi, dejando bombeo para que las aguas no humedezcan los muros de las viviendas cuando llueva. Se medirán los ML en planta sobre planos.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE**  
**PRECIOS UNITARIOS**

**Punto No. 8 - El Paseito III, San Cristóbal**

<b>CANTIDADES DE OBRA ETAPA 1</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de Tierras</b>		
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	230,00
<b>2</b>	<b>Obras de drenaje</b>		
2.1	Tubería PVC de 4"	ML	42,00
2.2	Filtro-cuneta 1	ML	50,00
2.3	Filtro-cuneta 2	ML	76,00
2.4	Caja receptora de 0,60m*0,60m, con tapa	UN	2,00
2.5	Cuneta revestida en geomembrana	ML	50,00
<b>3</b>	<b>Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación</b>		
3.1	Tapado de cunetas junto a viviendas	ML	80,00
3.2	Perfilado de talud	M3	480,00
3.3	Empradización	M2	800,00

**Punto No. 8 - El Paseito III, San Cristóbal**

<b>CANTIDADES DE OBRA ETAPA 1 - A</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de Tierras</b>		
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	167,00
<b>1</b>	<b>Obras de drenaje</b>		
1.1	Tubería PVC de 4"	ML	40,00
1.2	Filtro-cuneta 1	ML	48,00
1.3	Caja receptora de 0,60m*0,60m, con tapa	UN	1,00
1.4	Cuneta revestida en geomembrana	ML	50,00
<b>3</b>	<b>Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación</b>		
3.1	Perfilado de talud	M3	260,00
3.2	Empradización	M2	300,00

**Punto No. 8 - El Paseito III, San Cristóbal**

<b>CANTIDADES DE OBRA ETAPA 1 - B</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de Tierras</b>		
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	63,00
<b>2</b>	<b>Obras de drenaje</b>		
2.1	Tubería PVC de 4"	ML	2,00
2.2	Filtro-cuneta 1	ML	0,00
2.3	Filtro-cuneta 2	ML	76,00
2.4	Caja receptora de 0,60m*0,60m, con tapa	UN	1,00
2.5	Cuneta revestida en geomembrana	ML	0,00
<b>3</b>	<b>Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación</b>		
3.1	Tapado de cunetas junto a viviendas	ML	80,00
3.2	Perfilado de talud	M3	220,00
3.3	Empradización	M2	500,00

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO C**  
**CRONOGRAMA**

**Punto No. 8 - El Paseito III, San Cristóbal**

CRONOGRAMA DE OBRAS ETAPA 1										
ACTIVIDAD	SEMANAS									
	1	2	3	4	...	17	18	19	20	
Movimiento de tierras	■	■	■				■	■	■	
Obras de drenaje		■	■	■				■	■	■
Urbanismo, paisajismo y vegetación			■	■				■	■	■





**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS -**  
**FOPAE**  
**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**  
**DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL -**  
**DPAE**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 203 DE 2004**

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE RIESGO  
INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS  
LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN  
CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE  
Y SUBA DE BOGOTÁ, D. C.**

**INFORME FINAL**  
**PUNTO No. 9 – SAN JOAQUIN DEL VATICANO, CIUDAD  
BOLIVAR**  
**DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI-2259**

**CONSULTOR: CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**(CARLOS H. CANTILLO, GIA CONSULTORES LTDA. & IVÁN VEGA)**

**BOGOTA D. C., COLOMBIA, DICIEMBRE DE 2004**

## **DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE**

### **CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004**

#### **Sitio 9 Barrio San Joaquín el Vaticano–Diagnóstico Técnico No. DI-2259**

---

## **1 LOCALIZACIÓN**

Localidad:	Ciudad Bolívar
Barrio:	San Joaquín el Vaticano
UPZ:	(68) El Tesoro
Dirección:	Cra 17 y 17d entre calles 80a sur y 80b sur
Fecha de Visita:	noviembre de 2004
Área de Influencia:	0.5 Ha
# de predios evaluados:	20
Población Beneficiada :	100 habitantes
Vigencia:	Temporal mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas o se realicen obras de mitigación

## **2 DIAGNÓSTICO**

Los antiguos frentes de explotación de materiales para construcción, ubicados en la periferia de los cerros de la ciudad, son los espacios donde se localizaron los desarrollos urbanísticos que dieron inicio a los actuales barrios que constituyen la localidad; sin embargo, estos frentes de explotación carecieron de técnica de avance y de programa de abandono. Asimismo, los procesos de urbanización adolecieron de planificación, como producto de la presión sobre el uso del suelo y la falta de ordenamiento de la ciudad.

Así la morfometría ha pasado de laderas naturales a paisajes predominantemente antrópicos, demarcados por depósitos heterogéneos de media y alta ladera y escarpes rocosos fracturados, alterados y erodables. Unos y otros en años anteriores, debido a las sobrecargas impuestas por unidades residenciales, el mal estado de las líneas de saneamiento básico –acueducto y alcantarillado–, y la falta de una adecuada cobertura vegetal, han favorecido la formación de fenómenos de remoción en masa.

Por estas manifestaciones, se llevó a cabo el “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa y Diseño Detallados de las obras de Control, Protección y Estabilización en el Barrio Carrizal de San Joaquín, Localidad Ciudad Bolívar” (Investigaciones Geotécnicas Ltda., Diciembre de 2000), con el fin de establecer y erigir las obras de

prevención y mitigación, a la luz de los resultados de los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (véase la **Fotografía 1**).



Fotografía 1 Obras de Estabilización Propuestas por IGL (2000)

No obstante, a principios del 2004 se hicieron evidentes grietas de tracción en la corona del escarpe, que terminan con la movilización de los depósitos cuaternarios (véanse la **Fotografía 2** y la **Fotografía 3**). Ellos emplean el contacto menos alterado con el macizo como plano preferencial del desplazamiento, y tienen como agente detonante la saturación del material del relleno del muro en llantas, agravado por la meteorización de los paquetes de arcillolita y la pérdida de soporte en la base del mismo. Esta pérdida, está directamente relacionada con el cambio de humedad impuesto por el recubrimiento con mortero de las caras libres del talud, y los vertimientos y fuga permanente del efluente captado y transportado por la trinchera inmersa en el flanco derecho del movimiento.



Fotografía 2 Vista General



Fotografía 3 Vista Detallada

Así las cosas, el informe diagnóstico que de aquí se desglosa, busca confirmar las causas del evento, y proveer los elementos de juicio necesarios para recomendar las medidas pertinentes para la recuperación de las obras, o incluso su reemplazo.

### 3 ESTUDIOS BÁSICOS

Con el fin de comprender los elementos de mayor relevancia y competencia al escarpe, se llevó a cabo un trabajo de campo compuesto por la inspección a nivel regional y local. En este último sentido, se identificaron las unidades de roca y depósitos existentes, y los elementos estructurales -i.e. pliegues y fallas-, a través de la combinación de técnicas de exploración directa y el levantamiento de datos estructurales -planos de discontinuidad-; y se adelantó el reconocimiento de los procesos de remoción en masa.

No obstante, en este numeral se emplean como puntos de partida y referencia, la información y estudios básicos: topografía, geología, geomorfología e investigación geotécnica del: a) “Estudio de Riesgos por Remoción en Masa y Diseños Detallados de las obras de Control, Protección y Estabilización en el Barrio Carrizal de San Joaquín, Localidad Ciudad Bolívar” (Investigaciones Geotécnicas Ltda., Diciembre de 2000); b) “Estudios de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras para Estabilizar el Antiguo Escarpe de Explotación Barrio Sotavento II Sector Localidad Ciudad Bolívar” (Indesa, 2000) y el Plano de Geología de la Microzonificación Sísmica de Santafe de Bogotá.

#### 3.1 Geología

A partir de la información colectada se generó un modelo geológico. Con él se reevaluó lo consignado por Investigaciones Geotécnicas Ltda. (véase **Plano D1**), al punto de creer que en el plano geológico regional no es lógico el modelo estructural planteado por IGL, debido a que la falla de cabalgamiento del Mochuelo, en la zona de estudio, delinea un contacto fallado entre Cacho y Bogotá. Esto no es congruente con las evidencias de campo, pues en lugar del contacto con la Formación Cacho, las unidades que afloran son de las Formaciones Guaduas y Bogotá.

De esta forma, los paquetes arenosos del afloramiento hacen parte del miembro superior de la Formación Guaduas; por consiguiente el horizonte correspondiente a Cacho estaría ausente (lo que explica el anterior punto); aspectos estos, corroborados con los planteamientos de los estudios citados (i.e. Indesa, 2000) y el Plano de Geología de la Microzonificación Sísmica de Santafe de Bogotá.

El material fracturado a lo largo de la base del talud (como se ilustra en los informes de interventoría de obra), no correspondería a la traza de una falla de tipo inversa, sino que podría pertenecer a la parte distal de la zona de brecha generada por la Falla el Mochuelo. Su verificación implicaría una mayor investigación del subsuelo no contemplada en el alcance de la propuesta realizada.

Por último, la sección trazada e identificada como H-H' en el estudio de IGL, carece de datos estructurales de discontinuidades y los contactos no responden con los señalados en la planta de la geología local. En el **Plano D1** se ilustra el modelo

propuesto por el Consorcio Constructores (con base en las evidencias expuestas), la sección de análisis, y la ubicación de los sondeos. No obstante, este trabajo no pretende establecer la validez de dicho estudio, sino comprender la interrelación entre los aspectos regionales y locales, que juegan un papel importante en el comportamiento de las laderas.

De estos elementos se desprende: San Joaquín se circunscribe en el flanco occidental del Sinclinal de Usme; las unidades expuestas hacen parte de las Formaciones Guaduas inferior (Tkgi) y Bogotá (Tpb), las cuales están en contacto fallado, como consecuencia de la influencia estructural ejercida por la Falla Mochuelo; estructura que discurre en dirección N-S y superpone las arcillolitas de la Formación Guaduas, sobre los estratos de la Formación Bogotá.

En este sentido, el modelo geológico local propuesto está litológicamente conformado por una intercalación de litoarenitas y arcillolitas pertenecientes a la Formación Guaduas inferior (Tkgi), brechadas y parcialmente cubiertas por depósitos de origen antrópico y de ladera movilizado.

Las características geológicas específicas de las unidades referidas son:

**Depósitos Antrópicos (Qa):** Son en su mayoría mixtos, mal conformados con trazas de suelo orgánico, escombros de construcción y basuras; de color claro (entre crema y ocre), tamaño de grano limo-arenoso pero el 15% de gruesos tamaño arena muy fina, su textura es terrosa y deleznable; el grado de humedad es medio a bajo, la plasticidad baja, y la compacidad y tenacidad es media. Su espesor alcanza los 1.30 metros –medidos en la corona del talud– y localmente reciben el retrabajamiento, entendido como erosión en surcos y por efecto de aguas de escorrentía e infiltración. Adosan el tope de la ladera en donde sirve como suelo de fundación a varias edificaciones.

**Depósitos de ladera movilizados (Qdl):** Están formados por fragmentos de arcillolita, arenisca, desechos de construcción, y el relleno del muro en llantas. Es de textura terrosa, no consolidado, su grado de humedad es medio, su plasticidad baja, y el espesor alcanza los 2.0 metros. Se emplaza en el entalle de la ladera y parte de la Calle 80B sur.

**Formación Guaduas - Unidad arenosa (Ktgi-ss):** Encierra un paquete de litoarenitas friables, feldespáticas, de grano fino a grueso, de color amarillento con tonalidades rojizas producto de la alteración de minerales de hierro y costras ferruginosas. Como minerales accesorios compila muscovita, biotita lavada y trazas de materiales carbonosos, de baja resistencia, y meteorizadas, embebidas en una matriz arcillosa producto de la alteración de los feldespatos: la estratificación es gruesa. Se restringe a la franja superior de la ladera y a la base de la misma, enmascarada parcialmente por material movilizado y por recubrimiento con mortero; el espesor medido para estos dos niveles es de 1.7m para el superior y superior a 2.0m para el estrato inferior.

**Formación Guaduas - Unidad arcillosa (Ktgi-cl):** Comprende paquetes arcillolíticos abigarrados, de consistencia alta, y plasticidad y humedad media, al

igual que el nivel precedente la unidad anterior la estratificación es gruesa, rugosa-ondulada, y muy persistentes. Se ubica entre los dos paquetes arenosos, ocupa el espacio medio de la ladera. Su espesor es cercano a los 13 m, está oculto por el recubrimiento con mortero.

### **Geología Estructural**

Estructuralmente la vertiente reside en la franja distal de la zona de brecha de la falla del Mochuelo y está controlado por tres familias de discontinuidades: la primera es la estratificación, su orientación oscila entre  $265^{\circ}/70^{\circ}$  –  $355^{\circ}/70^{\circ}$ , con orientación preferencial  $292^{\circ}/66^{\circ}$  es persistente (véase la **Tabla B2**), extremadamente cerrada, rugosa-ondulada. Las restantes familias responden a sendos grupos de diaclasas principales, casi perpendiculares entre si; su rumbo y buzamientos modales son  $D1=106^{\circ}/56^{\circ}$  y  $D2=25^{\circ}/80^{\circ}$  (véase la **Tabla B3**) los planos son ondulados-suaves a ondulados-rugosos; su persistencia es media a baja; cerrados y su relleno es arenoso a arcilloso. Los procesos morfodinámicos compendian deslizamientos y escurrimientos de material, detonados antes de las obras por acción del agua de infiltración, y luego de ellas, por efecto de la pérdida de succión, y que en ambos casos afectan la capa de areniscas y al relleno en material seleccionado del muro en llantas.

## **3.2 Investigación Geotécnica**

El sustento de la información de soporte referida en las siguientes líneas, se condensa en el Capítulo 4 del estudio de Investigaciones Geotécnicas Ltda. (2000).

### **a) Exploración del Subsuelo**

Investigaciones Geotécnicas Ltda., planteó y ejecutó 6 barrenos manuales y dos trincheras, con profundidades variables entre 1.65 m y 3.05 m, recuperación de muestras inalteradas con tubo Shelby y muestras remoldeadas en bolsa. Los barrenos se destinaron a la deducción de la composición del cuaternario y a la definición de su patrón geométrico; y las trincheras a la descripción de las unidades líticas –material rocoso– tratamiento último insuficiente, si se resalta que no fue acompañado con pruebas de laboratorio.

A fe de deducir el estado del material y del macizo rocoso, posibles superficies de movilización y la posición de la tabla de agua, el Consorcio Constructores ordenó dos (2) sondeos mecánicos; el primero, en la corona del talud S-1, en la cota 2650.6 m.s.n.m, y el segundo en el cuerpo de la masa deslizada a media ladera S-2, en la cota 2644.3 m.s.n.m. (véase el **Plano D1** y la **Tabla 1**), con profundidades de 4.30 m y 5.50 m, respectivamente y métodos de avance: percusión y rotación.

**Tabla 1 Ubicación de las Perforaciones**

Número del Sondeo	N	E	Z
S-1	93356.90	92885.27	2650.60
S-2	93356.38	92890.60	2646.30

El sondeo en la corona S-1, no fue posible profundizarlo a partir de los 4.30 m, decisión que tiene asidero en las evidencias del grado de afectación ejercido por el agua sobre los materiales involucrados; es decir, con percusión no fue posible continuar (número de golpes superior a 50/6”), y rotar implicaba introducir una gran cantidad de agua a la masa. Suerte similar corrió el pozo S-2, con excepción hecha de abortar el avance por rotación, gracias al encuentro de la interfase arenisca-arcillolita. Finalmente, en una y otra perforación no se detectó agua libre, empero si una masiva fuga de agua, al interceptar la trinchera drenante en el tope del talud con la S-1, y no se dispuso ningún elemento para monitoreo de nivel piezométrico.

### b) Ensayos de campo y de laboratorio

Con el objeto de evaluar los parámetros de resistencia al corte, se efectuaron pruebas “in situ” de penetración estándar (véase el **Anexo B**) y un programa de ensayos de laboratorio. Las primeras develan un crecimiento gradual de la resistencia con la profundidad, con golpes superiores indistinto del nivel de confinamiento a 20. Los perfiles describen menor número de golpes en la litoarenita N<sub>60</sub> de 18, suficientes para clasificarla como de compacidad media, pero no para establecer una superficie probable de despegue. Las muestras para caracterización geomecánica fueron sometidas a pruebas como: límites de consistencia, compresión inconfiada, corte directo inundados, y pruebas indicativas de resistencia y compresibilidad: humedad natural y peso unitario. Los resultados de los ensayos de clasificación y resistencia se encuentran condensados en la **Tabla 2**.

**Tabla 2 Resumen de Ensayos de Laboratorio**

Sondeo	Muestra				SUCS	w <sub>n</sub> (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ <sub>t</sub> (T/m <sup>3</sup> )	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pico		Residual	
	No.	Profundidad (m)										c' (T/m <sup>2</sup> )	φ' (°)	c' (T/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
		de	a	media											
1	1	0.85	1.30	1.08	CL	11.7	26.3	16.5	9.8						
1	2	1.35	1.80	1.58		13.9									
1	3	1.85	2.30	2.08	CL	13.9	31.4	16.2	15.2						
1	4	2.55	3.00	2.78		15.8									
1	5	3.05	3.50	3.28		17.3				2.114	6.05				
1	6	3.55	4.05	3.80		16.5									
1	7	4.00	4.25	4.13		14.8									
2	1	0.55	1.00	0.78		16.6									
2	2	1.05	1.50	1.28	CL	14.0	43.3	19.4	23.9						
2	3	1.55	2.00	1.78		12.5									
2	4	2.05	2.45	2.25	CL	11.6	40.9	18.4	22.5						
2	5	2.45	3.50	2.98		13.8				2.149		2.4	38	0.0	28.1
2	6	3.50	3.90	3.70		10.4									
2	7	3.90	4.70	4.30		11.9				2.274	5.96	4.9	37	1.35	22.5
2	8	4.70	4.95	4.83		10.8									
2	10	5.40	5.65	5.53		10.8				2.157		1.2	35	0.0	16.7

### 3.3 Caracterización geomecánica

La caracterización de esta contrapendiente de relieve semiescarpado y buzamiento al noroeste, se lleva a cabo con base en los resultados de los ensayos sobre las muestras de los sondeos S-1 y S-2, y de las pruebas de campo. Los parámetros geomecánicos para los tres principales horizontes: depósitos cuaternarios – rellenos heterogéneos y traslocados –, areniscas, y arcillolitas – de Guaduas –, se compilan en la **Tabla 3** a la **Tabla 5**.

**Tabla 3 Caracterización Geomecánica de los Depósitos Cuaternarios**

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	11.7		16.6
Límite Líquido (%)		26.3	
Límite Plástico (%)		16.5	
Índice de Plasticidad (%)		9.8	
Peso Unitario Total (T/m <sup>3</sup> )		2.00*	
Cohesión (c, T/m <sup>2</sup> )		0.45*	
Ángulo de fricción interna		25°*	
SPT (golpes/pie)	4		25

\* Tomado de Investigaciones Geotécnicas Ltda., Diciembre de 2000

**Tabla 4 Caracterización Geomecánica de la Unidad Arenosa Ktgi-ss**

Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	10.8		15.8
Límite Líquido (%)		-	
Límite Plástico (%)		-	
Índice de Plasticidad (%)		-	
Peso Unitario Total (T/m <sup>3</sup> )		2.15	
Cohesión (c, T/m <sup>2</sup> )		1.20	
Ángulo de fricción interna		35°	
SPT (golpes/pie)	24		>50

**Tabla 5 Caracterización Geomecánica de la Unidad Arcillosa Ktgi-cl**

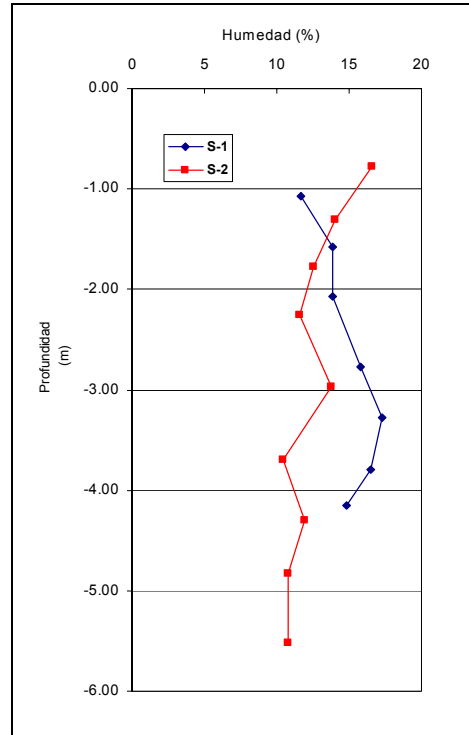
Propiedad	Mínimo	Promedio	Máximo
Humedad Natural (%)	10.4		17.3
Límite Líquido (%)		42.1	
Límite Plástico (%)		18.9	
Índice de Plasticidad (%)		23.2	
Peso Unitario Total (T/m <sup>3</sup> )		2.11	
Cohesión (c, T/m <sup>2</sup> )		3.65	
Ángulo de fricción interna		37.5	
SPT (golpes/pie)	17		>50

Si bien se llevaron a cabo pruebas de humedad continuas en profundidad con el ánimo de deducir la superficie de deslizamiento, la mayor concentración de agua se precisa cerca de los contactos arenisca-arcillolita superior o inferior (véase **Plano**



D1 y la Figura 1); tal posición espacial carece de concordancia tanto con perfiles de meteorización como con la gestación de nuevos planos de falla. En la Figura 1, el cero es relativo, pues el S-1 está 4,30 m más elevado que el S-2.

Figura 1 Variación de la humedad con la profundidad



## 4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

### 4.1 Modelo Geotécnico

Con base en la investigación de campo, en los ensayos de laboratorio y en algunos principios básicos de la geología estructural se elaboran modelos (aproximados) del subsuelo. Durante la elaboración de este ejercicio se emplean las bases cartográficas obtenidas de los levantamientos topográficos adelantados tanto por el Consorcio Constructores (2004), escala 1:250, como por IGL en el año 2000. Las secciones estratigráficas (o geotécnicas), denominadas desde 1-1' hasta 4-4', se levantaron en la dirección probable de movilización de las unidades de ladera (véase **Plano D1**). En ellas se definen los espesores de cada uno de los materiales, la disposición estructural del macizo, los parámetros geomecánicos y las posiciones probables de la superficie de falla y del muro en llantas, en especial para la sección 2-2'. Los modelos son de gran importancia para la deducción del mecanismo de falla, el desarrollo del análisis paramétrico y de estabilidad.

## 4.2 Análisis Cinemático

La conjunción del macizo rocoso y de llenos antrópicos en el frente de explotación, hace necesario evaluar la cinemática por las discontinuidades y la movilización del cuaternario. En el primer escenario se tienen en cuenta los deslizamientos a lo largo de los planos de debilidad estructural, a partir de las propuestas de Goodman (1980) y Hoek y Bray (1978), con el fin de detectar el modo probable de movilización. Y en el segundo caso, se toman como insumos, la revisión de los parámetros establecidos por el estudio de diseño, los resultados de los ensayos de laboratorio, los mecanismos de falla probables, y los eventos críticos: sismo y lluvia.

Así entonces, se evalúan mecanismos de falla planar, por volteo y en cuña, acordes con la configuración geométrica de las superficies libres de desplazamiento: inclinación, rumbo y altura de los taludes (T1 a T4, véase **Plano D1**), al contrastarlos con el patrón estructural detectado en el levantamiento estructural (véase **Anexo B**).

Las memorias del análisis cinemático para los tres modos de falla aparecen en el Anexo C “Análisis de estabilidad”, en las **Tablas C1 a C4**. En ellas se evidencia que para las litologías y los taludes estudiados -que representan las superficies libres de movilización-, existe posibilidad de falla por volteo a lo largo de la estratificación E1, precisamente en el talud circunscrito por el deslizamiento de finales de octubre –T1– (véase la **Tabla 6** y el **Plano D1**), aunque el intenso fracturamiento del macizo que influye en sus condiciones geométricas (persistencia y continuidad) no lo permiten.

**Tabla 6 Análisis Cinemático**

Ladera		Familias de Discontinuidades		Posibilidad Cinemática		
Talud	Orientación	Planos	Cuñas	Planar	En Cuña	Volteo
T1	N08E / 53SE	E1=292/62	E1D1=19/04	No	No	No (E1)
		D1=106/56	E1D2=313/60			
		D2=25/80	D1D2=100/55			
T2	N08W / 53NE	E1=292/62	E1D1=19/04	No	No	No
		D1=106/56	E1D2=313/60			
		D2=25/80	D1D2=100/55			
T3	N25W / 54NE	E1=292/62	E1D1=19/04	No	No	No
		D1=106/56	E1D2=313/60			
		D2=25/80	D1D2=100/55			
T4	N65W / 59NE	E1=292/62	E1D1=19/04	No	No	No
		D1=106/56	E1D2=313/60			
		D2=25/80	D1D2=100/55			

## 4.3 Análisis Pseudo-estático

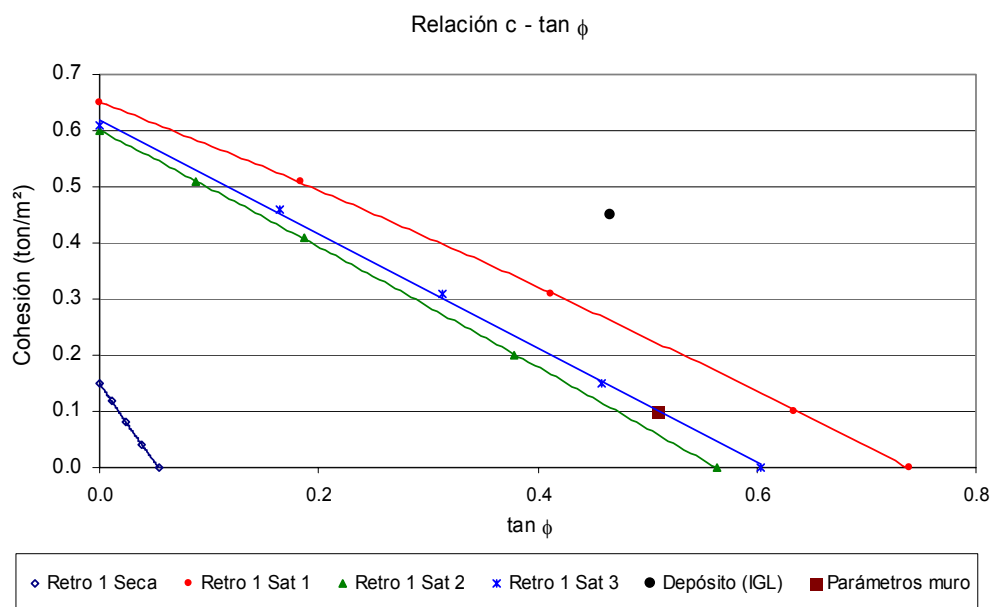
Como primer paso, se plantea la utilización del deslizamiento ocurrido como un ensayo a escala natural –retroanálisis–, para deducir los parámetros movilizados en la falla de los materiales involucrados, mediante el conocimiento de: la geometría antes y después del movimiento, el mecanismo de falla y la condición de agua. Este conjunto evaluado para factores de seguridad igual a la unidad, establece el marco de referencia en tal propósito.

La geometría antes y después de la falla está definida por los trabajos topográficos de los años 2000 (Sección G-G' tomada de IGL) y 2004 (Sección 2-2', levantada GIA); una y otra están desfasadas tanto horizontal como verticalmente, por lo que para su compatibilización se recurrió a contrastar las características morfológicas. En cuanto al posible mecanismo –aproximadamente circular– se deduce tanto de la geometría de la sección 2-2' como del tipo de material (véase el **Plano D1**).

Por último, la condición de agua se modela como un nivel superficial en el relleno. Tal posición se adopta a discreción (los aguaceros antes y durante los días de la falla, permiten deducir esta posibilidad), a fe de describir secuencias totalmente saturadas, especialmente al interior del muro en llantas, pues de los registros de las perforaciones y del trabajo de campo no se puede deducir el espesor del horizonte meteorizado. En otras palabras, el cuerpo más susceptible de deslizarse y de permanecer saturado, ni el nivel máximo de agua.

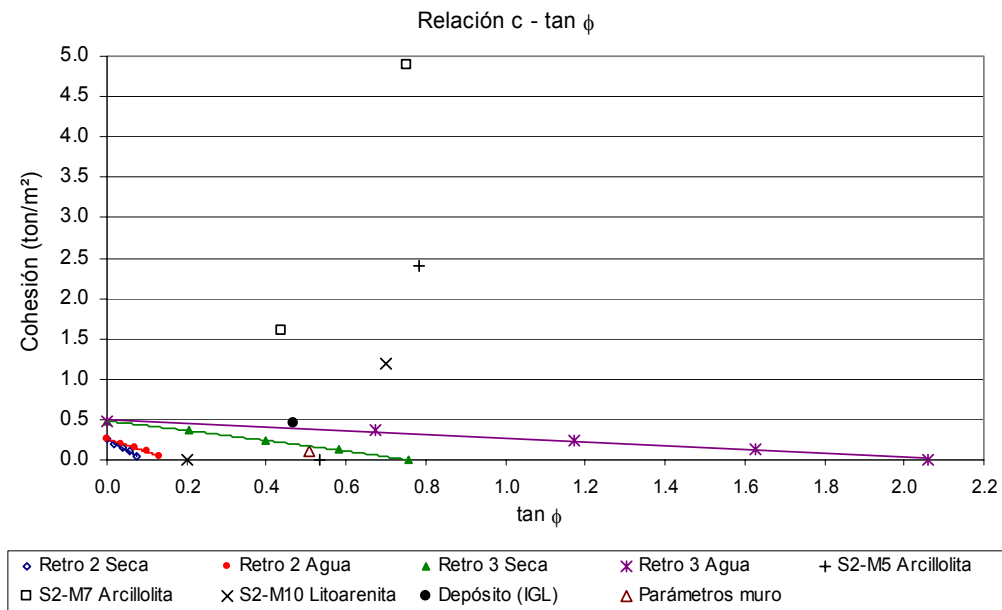
Al considerar que la superficie de falla se desarrolla casi en su totalidad a través del material de relleno del muro, con un simple ejercicio se obtienen como los parámetros efectivos movilizados más probables los extraídos del diseño de IGL:  $c=0.1 \text{ ton/m}^2$  y  $\phi=27^\circ$ . Estado de fácil comprobación pues el FS en estado seco es igual a 1.627 y en condición saturada es de 0.953 (véase la **Figura 2**). Así, entonces, se desglosa que la condición de equilibrio límite (FS=1.0) se alcanza para un estado levemente inferior al de saturación total (Sat 1), y ella se puede conseguir, por ejemplo, al considerar drenaje en el muro, 0.45 m frontales (Sat 3), lo cual confirma la hipótesis de falla por saturación. Estas dos posiciones de la tabla de agua, al igual que una tercera (Sat 2) y que representa drenaje en el muro, 0.60 m frontales, pueden observarse en la **Figura 2** y en las figuras C-19 a C-21 del **Anexo C**.

**Figura 2 Retroanálisis de la superficie de falla en el muro**



No obstante, la percepción del cuerpo técnico días antes de la detonación del deslizamiento, matizada por erosión en la base del talud, obliga a comprender la influencia de éste segundo fenómeno en la falla. Para ello, se hace otro retroanálisis, gracias a la utilización del parámetro de presión de poros,  $R_u$ , para valores de 0.10 y 0.15. Éstos tienen asidero en el estudio de IGL (2000), y se corroboran con la forma de las curvas obtenidas; en donde se puede interpretar que índices mayores de  $R_u$ , solicitan ángulos de fricción altos (superiores a  $60^\circ$ ) no realistas. Los resultados de la aplicación de este retrocálculo se aprecian en la **Figura 3**.

**Figura 3 Curvas obtenidas a partir del otro retroanálisis**



De otro lado, los parámetros pico y residuales están muy por encima de estas curvas de relación  $c'-\phi'$ . Esto deja entrever que la falla no puede tener asidero, salvo para estados eventuales de presurización o de acción sísmica, y deja abierta la posibilidad de tener en cuenta el aporte de procesos de erosión diferencial.

En conclusión, el contraste multitemporal, referido al cuerpo principal del deslizamiento –secciones 2-2' y G-G' (extraída de IGL, 2000)–, sumado a lo observado en el trabajo de campo previo al colapso del muro, dejan vislumbrar que la falla de la estructura en llantas está regida por saturación al interior de la masa del muro, agravado por un proceso gradual de erosión diferencial en los niveles de arenisca y arcillolita; los segundos desprendidos como eventos en cadena. El agente detonante se circunscribe al régimen pluvial de finales del 2004 en la zona de Ciudad Bolívar, y a la fuga permanente del efluente captado y transportado por la trinchera inmersa en el flanco derecho del movimiento; sin embargo, debe ser claro que la falla del depósito, independiente de cualquier proceso de degradación en el macizo, es viable.

Entendida la causa de la falla, el segundo paso consiste en deducir la nueva

condición de estabilidad de la zona del deslizamiento en el norte y del resto del muro con el fin de determinar las obras propicias para garantizar el equilibrio del conjunto.

Así, entonces, a través de las Secciones 2-2' y 4-4' (véase **Plano D1**) se modeló la respuesta de la ladera ante la nueva configuración topográfica producto del deslizamiento, la proyectada gracias a las obras (véase **Plano D2**), y las unidades restantes del muro en llantas. Este ejercicio requiere el tratamiento de tres tópicos: el mecanismo de falla, los agentes detonantes y el procedimiento de evaluación. El primero, corroborado por las evidencias de campo, implicó asumir mecanismos de falla rotacional como representación de la degradación de la secuencia estratigráfica –i.e. suelo residual, horizontes meteorizados–.

Los segundos, agua y sismo, se vinculan como eventos críticos. El agua se definió bien mediante posiciones diversas de la tabla de agua, especialmente al interior del muro, o bien como parámetro de presión de poros,  $R_u$  –destinados para el macizo-. En éste último sentido se toman como valores esperados: 0.10 y 0.15, y validados incluso del retroanálisis como coeficientes extremos. Si bien no parece totalmente adecuado al asumirlos iguales para los niveles de arenisca y arcillolita, sí permiten establecer un marco comparativo.

El sismo se adopta del estudio de la Microzonificación Sísmica de Bogotá, en él se fija como aceleración máxima para el sector 0.24g. El tercero y último tópico, se planteó gracias a los métodos de equilibrio límite bajo procedimientos determinísticos, y como herramienta de trabajo el Programas PCStable 6. Los resultados de los análisis de estabilidad en la condición actual se listan en la **Tabla 7**, para los mecanismos de fallas como se muestran en las **Figuras C1 a C5 y C10 a C21**.

**Tabla 7 Resumen de Factores de Seguridad - Condición Actual**

Archivo	Mecanismo	Material	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS <sub>prom</sub>
			$\phi_{prom}$	C (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
02109A	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	2.258
					No	Si	1.478
		Litoarenita	35.0	1.20	Si	No	1.263
		Arcillolita	37.5	3.65	Si	Si	0.973
02109G	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	2.258
					No	Si	1.478
		Litoarenita	35.0	1.20	ru=0.10	No	1.392
		Arcillolita	37.5	3.65	ru=0.10	Si	0.956
02109J	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	2.258
					No	Si	1.478
		Litoarenita	35.0	1.20	ru=0.15	No	1.326
		Arcillolita	37.5	3.65	ru=0.15	Si	0.893
SEC4_L	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	1.665
					Ru-0.47	No	1.089
				Si	0.789		
				W1	No	1.058	
					Si	0.764	
				W2	No	1.204	
					Si	0.893	
				W3	No	1.241	
					Si	0.925	

Archivo	Mecanismo	Material	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS <sub>prom</sub>
			$\phi_{prom}$	c (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
SEC4_C	Rotacional	Muro	27.0	0.10	Ru-0.47	No	0.678
						Si	0.416
					W1	No	0.674
						Si	0.418
					W2	No	1.110
						Si	0.788
					W3	No	1.141
						Si	0.816

De los resultados se abstrae que sólo es posible la condición inestable en la zona del deslizamiento para la acción conjunta del sismo y la lluvia. En las laderas restantes, y por ende en los cuerpos del muro (modelados a través de la Sección 4-4'), la estabilidad se hace crítica, para la acción individual y conjunta de los eventos (tabla de agua W1).

La descarga de la masa activa, evidencia una mejora en la estabilidad; los factores de seguridad son superiores a la unidad, mas aún con la implementación de sistemas de drenaje (tabla de agua W3 - véase la **Tabla 8**). Asimismo, el efecto de la tabla de agua no alcanza a explicar el desarrollo de la fenomenología expuesta, a pesar de ser una condición extrema, y por el contrario, se confirma la pérdida de confinamiento de las arcillolitas al erodarse las litoarenitas, como inicio de los procesos inestables. Esto último sustenta el perfilado, con el que además, se rompe la posibilidad cinemática planar y por cuña a través de los planos de discontinuidad (véase **Tabla C5** a **Tabla C8**). Los mecanismos de falla se pueden observar en las **Figuras C6** a **C9**.

**Tabla 8 Resumen de Factores de Seguridad – Con Obras**

Archivo	Mecanismo	Material	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS <sub>prom</sub>
			$\phi_{prom}$	c (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	
02109S	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	1.849
					No	Si	1.247
		Litoarenita	35.0	1.20	ru=0.10	No	1.674
		Arcillolita	37.5	3.65	ru=0.10	Si	1.110
02109V	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	1.849
					No	Si	1.247
		Litoarenita	35.0	1.20	ru=0.15	No	1.185
Arcillolita	37.5	3.65	ru=0.15	Si	1.041		
02109Y	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	0.294
					No	Si	0.196
		Litoarenita	11.3	0.00	ru=0.10	No	0.249
Arcillolita	22.8	1.30	ru=0.10	Si	0.160		
02109ZB	Rotacional	Depósito	25.0	0.45	No	No	0.294
					No	Si	0.196
		Litoarenita	11.3	0.00	ru=0.15	No	0.227
Arcillolita	22.8	1.30	ru=0.15	Si	0.143		
SEC4_C	Rotacional	Muro	27.0	0.10	W3(drenaje)	No	1.141

## 5 MEDIDAS RECOMENDADAS

- Perfilar el costado norte del talud donde colapso el muro en llantas, con un gradiente 1.0H:1.0V a partir de la cota 2640. Ello implica demoler el mortero de recubrimiento que aún permanece, y retirar el segmento de muro en llantas que no colapsó.
- Reubicar la vivienda ubicada en el extremo norte y en la corona del talud, que será afectada con los movimientos de tierra.
- Construir un canal de rápidas con tapa en concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  de ancho igual a 0.40 m, en la margen derecha del perfilado.
- Pavimentar (concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) el peatonal del costado sur que comunica la base del talud con la corona, ancho promedio 1.50 m y espesor 0.15 m.
- Construir dos zanjas de base 0.30 m y altura 0.50 m. La primera en la corona del talud con el fin de completar la faltante hacia el norte en dos tramos: uno de ellos con entrega al canal de rápidas con tapa con (pendiente del 2%) y el otro corresponde a transecto entre el inicio superior del canal en dirección hacia el sur hasta alcanzar la zanja de coronación existente (pendiente del 5%). La segunda, al pie del talud y en la zona de la masa deslizada, entrega igualmente en la ya existente con pendiente del 2%.
- Empradizar con biomanto las superficies libres producto del perfilado.
- Subdrenes horizontales en tubería PVC de 2" de diámetro, perforada y recubierta con geotextil, longitud 5 m y pendiente del 5%, a lo largo de toda la ladera tanto en su base como al nivel del muro en llantas, y espaciados entre 5 y 7 metros.

Se propone además un programa de monitoreo con control topográfico del muro en llantas del costado sur, para detectar posibles movimientos y un programa de inspección de redes de saneamiento básico, (acueducto y alcantarillado), con el fin de establecer la eficacia de las mismas y que no tengan lugar fugas.

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**JAIRO ALBERTO LOZANO G.**  
Director (E) de Consultoría

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO A**  
**TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO**



**NUBE DE PUNTOS**

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
3	93466,0065	92754,7192	2685,6426
4	93452,4587	92853,2908	2671,6524
5	93427,6863	92867,0479	2666,2908
6	93347,9914	92888,0989	2650,6826
7	93337,0182	92891,4731	2649,2571
8	93336,9821	92891,4346	2648,9754
9	93336,9037	92891,1187	2648,9908
10	93336,875	92891,0828	2649,2776
11	93330,2551	92894,982	2649,1909
12	93330,2323	92894,934	2648,8803
13	93330,0751	92894,5739	2648,8946
14	93330,1259	92894,583	2649,2007
15	93320,893	92899,1655	2648,7783
16	93320,8356	92899,1222	2648,4418
17	93320,6843	92898,8267	2648,4531
18	93320,7168	92898,8071	2648,7828
19	93311,2206	92906,1619	2646,2695
20	93311,1557	92906,1328	2645,9527
21	93310,9408	92905,8544	2645,9667
22	93310,9814	92905,7897	2646,295
23	93304,9435	92914,052	2643,3618
24	93304,8856	92914,03	2643,0061
25	93304,6279	92913,8825	2643,0316
26	93304,626	92913,8722	2643,3495
27	93300,108	92924,7774	2639,7034
28	93300,0736	92924,7522	2639,4367
29	93299,7471	92924,6013	2639,4676
30	93299,7254	92924,6177	2639,7279
31	93336,6097	92893,0027	2649,2554
32	93333,8759	92894,0641	2649,3291
33	93333,7175	92893,3014	2649,1008
34	93330,1418	92895,7361	2649,1726
35	93327,1309	92897,0508	2648,9884
36	93327,0483	92896,5324	2648,9544
37	93323,1908	92898,9021	2648,8567
38	93319,7035	92900,6569	2648,5563
39	93319,6282	92900,1533	2648,3948
40	93316,5397	92903,3988	2647,4572
41	93313,5184	92905,6853	2646,6953
42	93313,002	92905,0233	2646,6668
43	93309,5651	92908,6267	2645,3956
44	93307,3712	92911,8334	2644,6144
45	93306,9375	92911,3963	2644,4313
46	93305,171	92915,1912	2643,0246
47	93303,8151	92918,2786	2641,654
48	93303,4326	92918,081	2641,6716
49	93301,8327	92922,3264	2640,6257
50	93303,0069	92921,6402	2640,6761
51	93305,0543	92918,1397	2640,736
52	93306,6173	92914,8898	2640,7126
53	93305,2555	92915,4902	2640,827
54	93304,2451	92917,4589	2640,8875
55	93302,0714	92920,7869	2640,9071
56	93302,0197	92924,9007	2638,38
57	93303,3279	92925,9232	2638,2713
58	93303,5344	92922,0231	2638,5667
59	93304,9439	92923,0211	2638,3826
60	93304,8805	92919,5382	2638,7747

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
61	93306,2751	92920,5846	2638,493
62	93307,3099	92915,3434	2638,6832
63	93308,1472	92916,2268	2638,446
64	93303,0581	92927,7545	2636,3512
65	93305,3763	92923,6893	2636,3949
66	93308,1525	92918,7074	2636,6144
67	93310,0928	92915,2156	2636,8413
68	93313,096	92913,2514	2637,052
69	93316,1227	92912,0864	2637,0448
70	93319,4578	92910,6013	2637,3564
71	93322,5109	92908,7842	2637,5854
72	93324,3697	92907,5773	2637,4055
73	93321,2364	92898,4023	2648,7871
74	93322,4249	92895,894	2649,3376
75	93324,0487	92897,1397	2648,9247
76	93323,9932	92895,3942	2649,2658
77	93323,6888	92894,6028	2649,8568
78	93325,9053	92894,0159	2649,5671
79	93326,2478	92894,8594	2649,2937
80	93326,7579	92895,9057	2649,0331
81	93329,1922	92894,8225	2649,1598
82	93329,1079	92893,8924	2649,59
83	93328,8442	92893,2779	2649,6459
84	93330,5447	92892,6676	2649,5126
85	93330,8832	92893,4063	2649,4793
86	93331,1449	92893,9533	2649,2323
87	93333,4573	92892,7561	2649,1957
88	93333,0401	92892,0195	2649,3544
89	93332,5751	92891,3892	2649,4259
90	93334,8624	92889,9419	2649,5784
91	93335,3018	92890,6209	2649,3675
92	93335,6858	92891,4902	2649,2454
93	93338,6248	92891,7807	2649,3211
94	93338,4882	92890,678	2649,2092
95	93338,1944	92889,6473	2649,5319
96	93337,6957	92888,7781	2649,8251
97	93339,8792	92888,0248	2650,1047
98	93340,2754	92888,864	2649,8882
99	93340,4929	92889,8879	2649,3851
100	93340,6846	92891,5752	2649,4386
101	93342,2967	92891,4594	2649,3844
102	93342,2107	92890,2014	2649,3236
103	93342,0394	92889,022	2649,9706
104	93341,2369	92887,1233	2650,3654
105	93343,0673	92885,249	2650,9858
106	93343,5593	92886,0592	2650,7411
107	93343,8584	92887,1575	2650,5388
108	93347,9914	92888,0989	2650,6376
109	93344,2168	92889,6585	2649,658
110	93344,2645	92891,4224	2649,3376
111	93346,8197	92891,3192	2648,9273
112	93346,8284	92890,1181	2649,1962
113	93346,6795	92888,9436	2649,914
114	93346,2766	92887,0955	2650,5249
115	93345,926	92885,3741	2650,7146
116	93345,8376	92883,7312	2651,0811
117	93345,4645	92881,6044	2651,033
118	93346,7298	92879,8525	2651,1806
119	93348,0677	92877,9024	2651,1572

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
120	93348,6884	92876,706	2651,2383
121	93349,7654	92877,5331	2651,2291
122	93350,8907	92879,0803	2651,3509
123	93351,8956	92880,19	2651,2318
124	93353,0442	92881,4073	2650,9278
125	93354,7004	92882,8195	2650,8583
126	93356,7233	92884,1837	2650,7344
127	93356,0489	92885,655	2650,6123
128	93355,1179	92887,5552	2650,437
129	93354,3145	92889,0526	2650,1945
130	93353,6364	92890,3681	2650,3686
131	93352,4553	92889,828	2650,1686
132	93351,0961	92889,5839	2650,281
133	93349,9271	92889,2396	2650,2501
134	93348,6356	92888,8129	2650,3633
135	93347,1	92888,5497	2650,4313
136	93347,1509	92886,001	2650,6454
137	93348,6179	92885,8983	2650,7321
138	93350,8566	92885,9375	2650,7221
139	93352,9101	92886,6099	2650,7289
140	93354,261	92887,0411	2650,7896
141	93355,3988	92885,0794	2650,7495
142	93354,1669	92883,8465	2650,8118
143	93352,9366	92882,8982	2650,8614
144	93351,3244	92881,6353	2650,9723
145	93349,5573	92880,5822	2651,0652
146	93346,8305	92881,6659	2651,0513
147	93347,9656	92882,5089	2651,1105
148	93349,2767	92883,4314	2651,0649
149	93350,8747	92884,4814	2650,8303
150	93346,9103	92888,7899	2649,8607
151	93347,9267	92889,2144	2649,5167
152	93348,8288	92889,2351	2649,3075
153	93349,7912	92889,5464	2649,0184
154	93350,5587	92889,9414	2648,5111
155	93352,1089	92890,3187	2647,9432
156	93353,5269	92890,6204	2647,6027
157	93352,8929	92891,2662	2647,0144
158	93352,3236	92891,0729	2647,1613
159	93351,5233	92890,8635	2647,8007
160	93350,4178	92890,5871	2648,3528
161	93349,3735	92890,6217	2648,6093
162	93348,0225	92890,332	2648,7996
163	93346,6136	92890,4437	2648,8469
164	93346,429	92891,3977	2648,9285
165	93347,5816	92891,2093	2648,7066
166	93348,7023	92891,1007	2648,4782
167	93350,0022	92891,2419	2647,6644
168	93350,0313	92891,394	2647,7067
169	93348,8494	92891,3159	2647,7611
170	93347,5396	92891,433	2647,7628
171	93346,1243	92891,6228	2647,7336
172	93344,4366	92891,8107	2647,7495
173	93342,8852	92891,8919	2647,7227
174	93341,4697	92892,0142	2648,2173
175	93339,8785	92892,1422	2647,8012
176	93338,3429	92892,4055	2647,9047
177	93336,9708	92892,7509	2647,91
178	93337,2948	92893,8388	2648,0262

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
179	93337,3346	92894,1277	2646,3735
180	93338,8182	92893,5553	2647,9435
181	93338,7251	92893,8394	2646,4295
182	93340,2769	92893,2867	2647,8967
183	93340,2629	92893,6548	2646,3361
184	93341,7063	92893,0474	2647,8832
185	93341,6466	92893,4901	2646,2819
186	93342,9671	92892,7956	2647,8704
187	93342,984	92893,0295	2646,2313
188	93344,2566	92892,5394	2647,8791
189	93344,1597	92892,8247	2646,3166
190	93345,502	92892,445	2647,8903
191	93345,5053	92892,7892	2646,4089
192	93346,7341	92892,302	2647,8515
193	93346,6426	92892,5748	2646,4552
194	93348,288	92892,1074	2647,8027
195	93348,3183	92892,3804	2646,452
196	93349,4694	92892,0644	2647,6417
197	93349,5031	92892,378	2646,3633
198	93350,7354	92891,8969	2647,7633
199	93350,7348	92892,4502	2646,3326
200	93351,8016	92891,7098	2647,6424
201	93351,8679	92892,3046	2646,1226
202	93351,8607	92893,3598	2645,8241
203	93351,0137	92893,4229	2646,2399
204	93351,0413	92893,4754	2646,2442
205	93349,699	92893,4795	2646,3502
206	93349,6926	92893,8944	2645,2144
207	93348,5652	92893,7442	2646,4428
208	93348,7385	92894,0319	2645,1325
209	93347,2977	92894,0233	2646,3695
210	93347,2959	92894,1805	2645,2246
211	93345,6366	92894,1995	2646,3256
212	93345,7196	92894,4289	2645,205
213	93344,5322	92894,4072	2646,3053
214	93344,4804	92894,6163	2645,2554
215	93343,3765	92894,5457	2646,3127
216	93343,3667	92894,8476	2645,2764
217	93343,4757	92894,817	2645,2629
218	93342,225	92894,7661	2646,3282
219	93342,2817	92894,8779	2645,2725
220	93341,013	92894,7409	2646,3346
221	93340,9591	92895,0803	2645,2477
222	93339,6033	92894,8443	2646,3559
223	93339,5858	92895,0285	2645,3521
224	93338,6869	92894,7693	2646,4956
225	93338,6351	92894,8961	2646,0334
226	93337,1364	92894,6339	2646,5956
227	93336,9962	92895,2823	2646,3842
228	93344,0628	92908,4691	2638,6599
229	93344,8436	92907,0717	2638,6648
230	93345,6284	92905,4951	2638,6633
231	93346,5238	92903,9129	2638,4691
232	93347,643	92901,8033	2638,5551
233	93345,6818	92901,5273	2638,8034
234	93344,6768	92903,0906	2638,6572
235	93343,8401	92904,798	2638,7286
236	93340,7832	92905,8265	2638,9034
237	93341,8568	92903,3553	2639,6226

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
238	93342,429	92901,9489	2639,2124
239	93343,0001	92900,6729	2638,8097
240	93339,8168	92900,8039	2638,7428
241	93339,0727	92902,7201	2639,2255
242	93337,6097	92904,7953	2638,7343
243	93334,703	92902,8986	2638,6737
244	93336,6584	92901,3841	2638,6645
245	93333,361	92902,1245	2638,4883
246	93338,7754	92900,3045	2638,9023
247	93341,7034	92899,7786	2638,6457
248	93344,3208	92899,7952	2638,5297
249	93347,5551	92899,2752	2638,8475
250	93350,1985	92899,5104	2639,429
251	93352,5463	92899,5212	2639,6559
252	93354,0173	92899,0874	2639,7587
253	93356,4176	92898,954	2640,0853
254	93358,5809	92899,0002	2639,9478
255	93360,6422	92898,2823	2640,007
256	93363,3976	92897,3836	2640,4011
257	93365,3794	92897,6074	2640,1794
258	93366,8302	92897,6383	2640,4013
259	93368,8395	92897,9263	2640,7677
260	93367,3126	92898,5922	2640,6921
261	93366,6762	92900,1761	2640,1221
262	93365,3367	92901,2942	2640,0289
263	93363,8149	92903,1474	2639,7559
264	93361,5593	92902,5532	2639,8031
265	93362,3281	92900,8709	2639,8522
266	93364,2751	92898,6515	2640,1263
267	93361,6595	92898,3594	2640,3709
268	93359,416	92899,4355	2639,8768
269	93356,6363	92899,5841	2639,8422
270	93365,8587	92896,8566	2641,4757
271	93364,779	92896,6283	2641,771
272	93363,4362	92896,305	2641,9411
273	93362,3485	92896,0952	2642,0069
274	93361,3053	92896,0805	2641,8654
275	93360,1193	92896,3382	2642,0682
276	93358,9858	92896,5689	2642,1678
277	93357,5707	92896,83	2642,1826
278	93356,0899	92897,0956	2642,1117
279	93354,9388	92897,0499	2642,2351
280	93353,7817	92896,5376	2642,2428
281	93352,8866	92896,4716	2642,3744
282	93351,8972	92896,2467	2642,3181
283	93356,7224	92888,1614	2649,9279
284	93357,8057	92888,6391	2649,6366
285	93359,3357	92888,7236	2649,3883
286	93360,656	92888,7034	2649,2945
287	93361,9624	92888,6538	2649,6064
288	93362,3972	92887,0331	2650,2646
289	93360,4749	92886,3298	2650,4246
290	93358,7937	92884,5538	2650,7807
291	93357,4209	92882,5997	2651,1933
292	93356,068	92880,8095	2651,6858
293	93355,3473	92879,5831	2652,1938
294	93354,6413	92878,6544	2652,6807
295	93355,4152	92877,6523	2653,3997
296	93356,6791	92878,4547	2653,2975

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
297	93358,229	92879,2908	2652,8173
298	93359,7659	92879,8473	2652,3528
299	93360,7785	92880,6269	2651,8535
300	93362,3222	92881,6331	2651,5774
301	93363,6522	92882,4922	2651,3623
302	93365,1055	92880,6073	2651,4579
303	93363,9818	92879,7425	2651,8061
304	93362,4401	92878,5383	2652,1348
305	93361,1999	92878,0683	2652,9071
306	93362,9906	92876,1202	2652,738
307	93364,2895	92877,208	2652,4968
308	93365,2775	92878,0278	2652,2409
309	93366,7508	92878,6841	2651,7724
310	93367,5373	92877,5993	2652,8745
311	93366,1767	92876,5369	2653,1882
312	93364,9084	92875,7235	2653,6804
313	93363,4912	92874,6874	2654,177
314	93369,1816	92878,082	2652,7112
315	93368,1337	92876,7425	2653,157
316	93367,1974	92875,1412	2654,2611
317	93365,9821	92873,3099	2654,8111
318	93365,4426	92872,5433	2654,9927
319	93371,0315	92891,2872	2649,2835
320	93362,7031	92893,3747	2643,4033
321	93361,5785	92893,1252	2643,6948
3210	93360,6097	92893,107	2644,1215
323	93361,5741	92893,1508	2643,6909
324	93360,65	92893,0096	2644,1148
325	93359,2431	92893,6708	2644,0379
326	93358,2471	92894,2434	2644,0063
327	93356,5408	92894,5755	2643,8081
328	93354,9824	92894,5651	2643,6007
329	93353,6732	92894,2415	2643,4652
330	93352,4762	92894,3601	2643,6008
331	93351,2738	92894,3975	2644,1333
332	93353,0901	92893,6215	2644,484
333	93353,2232	92892,801	2644,93
334	93354,1161	92893,0851	2644,734
335	93354,3507	92893,574	2644,0433
336	93355,8003	92893,7489	2644,5628
337	93355,6315	92892,9075	2645,1638
338	93355,3579	92892,0989	2645,5393
339	93355,3301	92890,9763	2646,2399
340	93354,4455	92891,1973	2646,8112
341	93354,3115	92890,587	2647,7245
342	93354,3621	92890,1225	2648,1675
343	93354,8679	92889,6138	2648,1639
344	93354,9391	92889,0579	2648,8223
345	93355,6096	92888,5156	2648,3316
346	93355,564	92888,1174	2648,9652
347	93356,4545	92888,5681	2647,9317
348	93357,2279	92888,9085	2647,8592
349	93357,0147	92889,5811	2646,7426
350	93357,827	92889,8813	2646,209
351	93355,8199	92890,2714	2646,4482
352	93355,3582	92891,2577	2646,0739
353	93356,3306	92892,3221	2645,6353
354	93356,5522	92891,4835	2646,1341
355	93356,4755	92893,4772	2645,2113

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
356	93358,1902	92893,2791	2645,1335
357	93357,9662	92892,2222	2645,2756
358	93358,2673	92891,3093	2645,7911
359	93357,9726	92889,8363	2646,2197
360	93359,7808	92889,8951	2646,689
361	93359,6135	92889,24	2647,0701
362	93359,4636	92891,0388	2645,7822
363	93360,5745	92891,6063	2645,3876
364	93360,7819	92890,8535	2646,2662
365	93361,0849	92889,6451	2647,5322
366	93361,129	92889,2579	2647,9596
367	93362,1921	92889,3508	2648,2836
368	93361,9864	92890,1361	2647,5153
369	93362,6634	92890,9221	2647,5142
370	93362,9545	92890,009	2647,9441
371	93363,0842	92889,3754	2648,4639
372	93364,2665	92890,662	2647,6794
373	93364,5144	92889,7338	2648,2149
374	93365,9544	92889,6372	2648,6292
375	93365,6956	92890,6508	2648,4092
376	93365,5962	92891,559	2647,8542
377	93367,0026	92891,7793	2648,0522
378	93367,2762	92891,0065	2648,4767
379	93367,2384	92889,7757	2648,9952
380	93368,2806	92891,855	2647,8983
381	93368,2902	92891,5084	2649,1592
382	93369,7533	92891,4567	2649,233
383	93370,8884	92892,2565	2649,2116
384	93371,6872	92892,6579	2649,2334
385	93371,5939	92892,8995	2647,7658
386	93370,4823	92892,2232	2647,7681
387	93369,3214	92891,7853	2647,8889
388	93368,6153	92890,1763	2649,2556
389	93369,7428	92890,433	2649,3047
390	93370,9936	92890,6615	2649,3229
391	93372,6331	92891,0506	2649,2496
392	93373,4354	92890,1201	2649,9956
393	93371,8604	92889,5177	2650,0158
394	93370,2774	92889,3134	2650,1273
395	93369,4502	92888,9601	2650,1133
396	93367,5403	92888,7128	2650,0929
397	93366,5317	92889,3473	2649,8944
398	93364,8336	92889,0618	2649,6346
399	93363,1002	92888,85	2649,654
400	93363,6538	92886,602	2650,3047
401	93365,1723	92887,1368	2650,0409
402	93367,2581	92888,0676	2650,3356
403	93368,8735	92888,6308	2650,342
404	93370,855	92889,1441	2650,4088
405	93373,3723	92890,0662	2649,888
406	93374,7129	92888,2418	2649,7495
407	93373,7976	92887,492	2650,0287
408	93373,3664	92887,2754	2650,5994
409	93372,3853	92886,9778	2650,9037
410	93370,589	92885,8338	2651,1482
411	93369,4528	92884,6049	2651,0003
412	93367,8244	92883,5661	2651,03
413	93368,9909	92881,5284	2650,8961
415	93370,1815	92882,1672	2651,1311

Punto	COORDENADAS		COTA m
	Norte	Este	
416	93372,0587	92883,2772	2652,002
417	93373,8228	92884,652	2651,9553
418	93374,9418	92885,3982	2652,0384
419	93376,3013	92885,948	2651,8847
420	93375,6114	92884,929	2652,329
421	93374,3489	92883,7894	2652,4447
422	93373,193	92882,6519	2652,454
423	93371,4523	92881,113	2652,4139
424	93369,1363	92879,1453	2652,3987
425	93367,5223	92884,1045	2650,9276
426	93366,5179	92885,6527	2650,6253
427	93364,6096	92886,0638	2650,3622
428	93377,7735	92885,3883	2652,233
429	93375,5925	92882,7707	2652,6777
430	93373,6871	92880,8599	2652,6445
431	93371,3073	92879,5148	2652,3834
432	93369,4758	92877,8402	2652,6863
433	93368,4943	92876,3293	2653,46
434	93370,0493	92875,1671	2654,722
435	93371,8487	92876,1933	2654,1248
436	93374,3178	92877,7924	2653,5287
437	93376,4724	92879,4043	2653,0627
438	93378,2696	92881,1852	2652,6903
439	93380,1086	92882,726	2651,9109
440	93384,1301	92883,8371	2649,0317
441	93382,528	92883,9472	2649,1254
442	93381,0979	92884,6498	2648,9564
443	93380,3685	92886,5742	2647,5336
444	93379,0341	92887,566	2646,999
445	93377,3766	92888,4268	2646,9649
446	93375,7665	92889,2875	2647,3608
447	93374,0997	92890,3378	2647,59
448	93373,7206	92891,5546	2647,4158
449	93373,6248	92892,9254	2647,2728
450	93373,9687	92894,5526	2647,1241
451	93373,2644	92895,0268	2647,5996
452	93372,4003	92895,815	2647,4605
453	93371,7599	92896,1154	2646,6418
454	93371,7337	92894,8773	2646,3873
455	93371,9172	92893,2374	2647,8008
456	93375,2423	92894,1475	2646,3167
457	93377,2916	92893,6226	2645,5474
458	93380,1329	92893,7284	2644,9538
459	93382,2348	92893,6602	2645,0642
460	93384,0269	92896,1965	2641,2735
461	93382,6288	92895,9012	2640,632
462	93381,1002	92895,5964	2640,5849
463	93378,9821	92895,1082	2641,2473
464	93376,4622	92895,2201	2641,9159
465	93369,5764	92897,2461	2642,3659

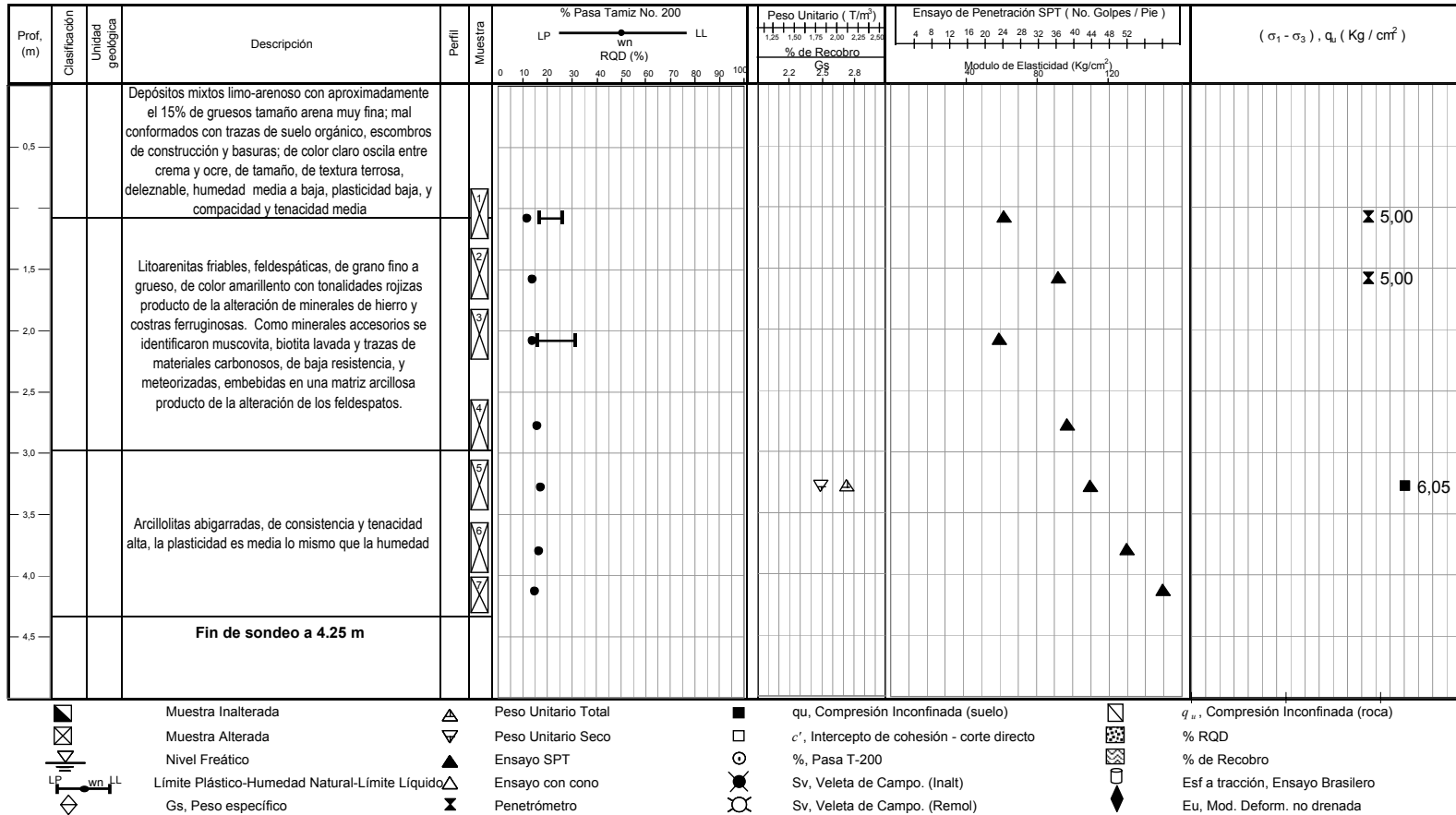


**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO B**  
**INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**

Figura B1 Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

PROYECTO: PUNTO No. 9 BARRIO SAN JOAQUIN  
 LOCALIZACIÓN: CORONA DEL TALUD

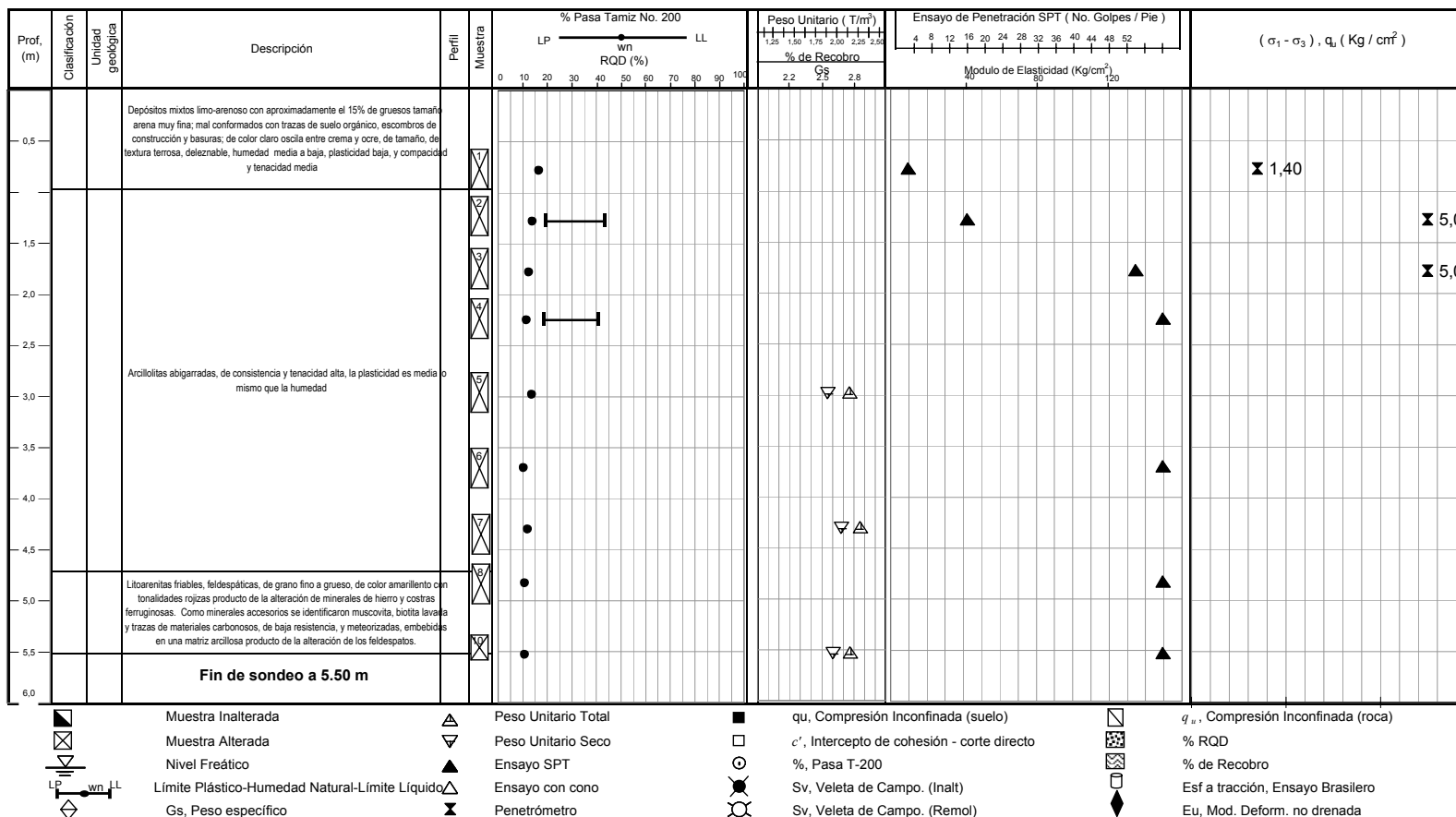
SONDEO No: 1  
 FECHA: DICIEMBRE DE 2004



**Figura B2 Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas**

PROYECTO: PUNTO No. 9 BARRIO SAN JOAQUIN  
 LOCALIZACIÓN: ZONA MEDIA DEL TALUD

SONDEO No: 2  
 FECHA: DICIEMBRE DE 2004

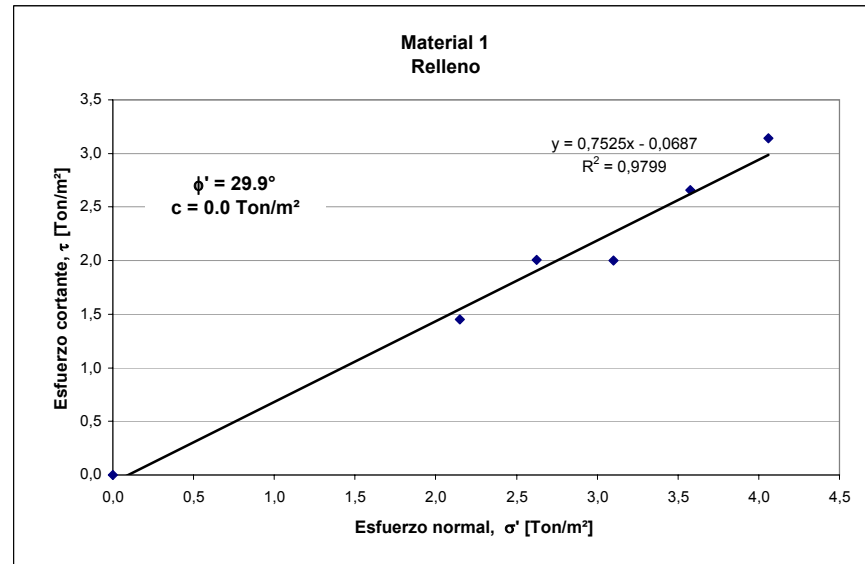
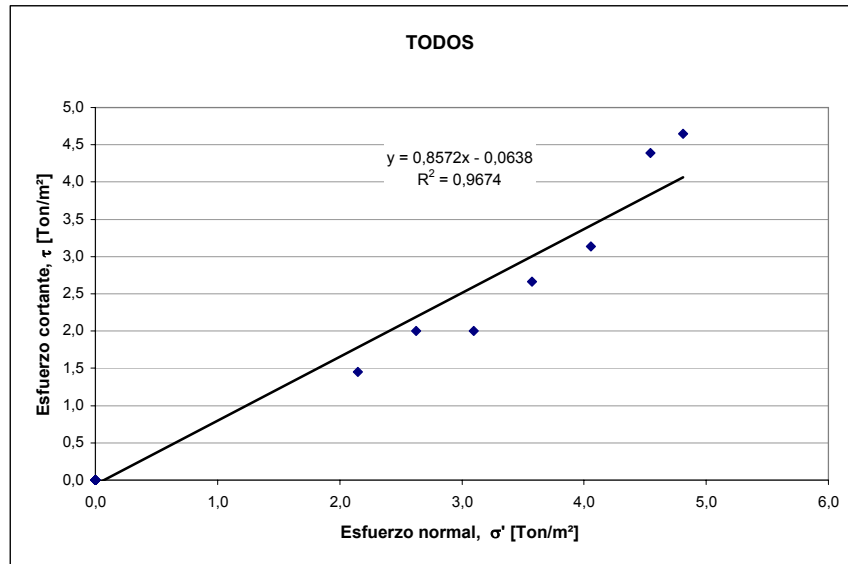


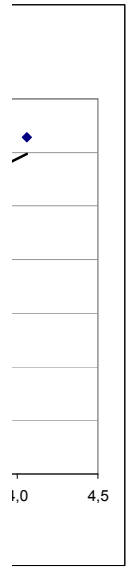
**TABLA B1 NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO SPT**

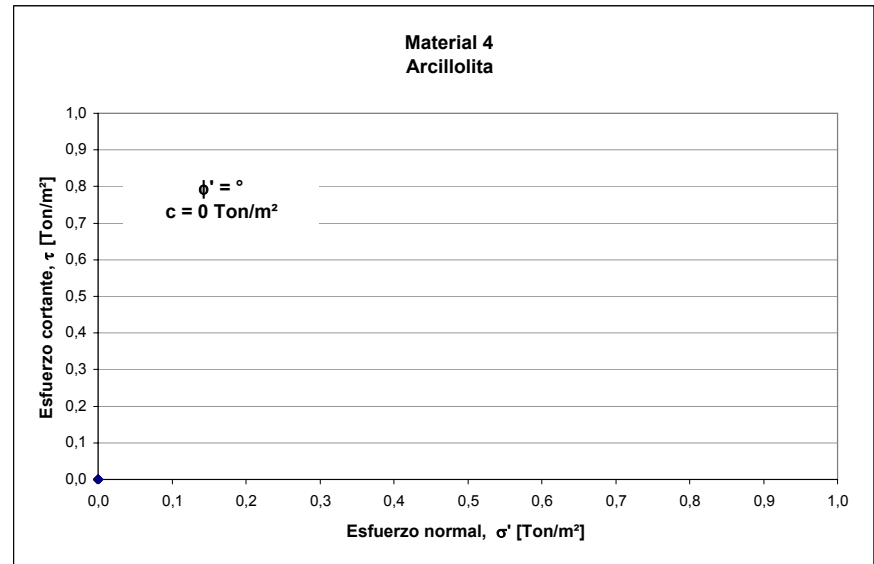
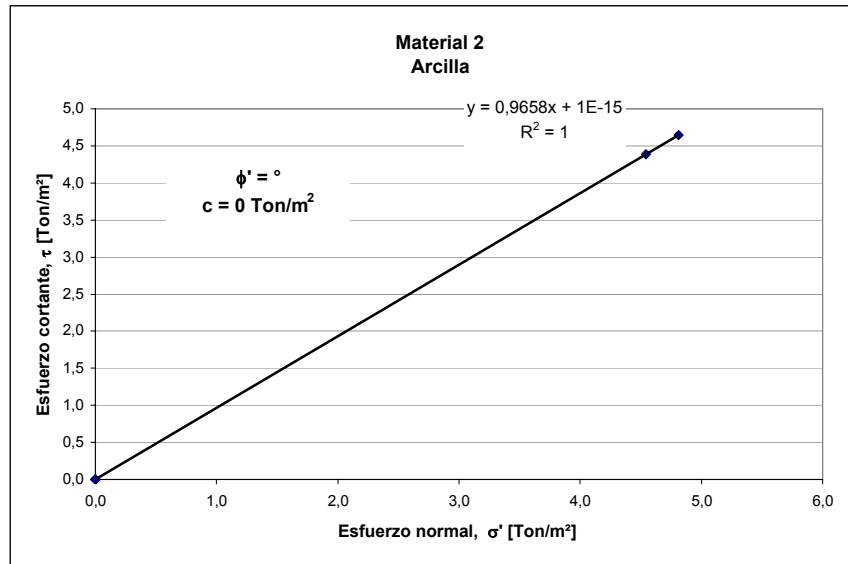
Sondeo	Muestra	Profundidad (m)			golpes/pie			N <sub>65</sub>	NF	Tipo	γ (Ton/m <sup>3</sup> )	σ <sub>v</sub> (Ton/m <sup>2</sup> )	σ <sub>v</sub> ' (Ton/m <sup>2</sup> )	Rs	C <sub>N</sub> (adim)							C <sub>N</sub> (prom)	η <sub>i</sub>				Ncorr				↕equivalente				
		de	a	media	1	2	3								Peck	Seed	Meyerhoff-Ishihara	Liao-Whitman	Skemp-ton	Seed-Idriss	Schmertmann		González	USA	Japón	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	USA	Japón	Kishida	JRB	Shiou & Fukui	JNR	Prom
																USA	Japón	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	USA		Japón	Kishida	JRB	Shiou & Fukui	JNR	Prom							
P-1	1	0,85	1,30	1,075	3	9	16	25	n.e.	1	2,00	2,15	2,15	0,22	1,513	1,834	1,858	2,000	1,646	1,941	2,000	1,668	1,808	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	25	21	35,49	32,75	34,56	33,30	34
P-1	2	1,35	1,80	1,575	27	18	19	37	n.e.	2	2,11	2,62	2,62	0,26	1,447	1,726	1,766	1,952	1,584	1,819	2,000	1,581	1,734	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	36	30	39,49	36,21	37,80	36,00	37
P-1	3	1,85	2,30	2,075	16	12	12	24	n.e.	2	2,11	3,10	3,10	0,31	1,391	1,636	1,683	1,796	1,527	1,717	1,971	1,509	1,654	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	22	18	33,97	31,43	33,48	32,40	33
P-1	4	2,55	3,00	2,775	11	17	22	39	n.e.	2	2,11	3,57	3,57	0,36	1,343	1,559	1,608	1,673	1,473	1,630	1,862	1,447	1,574	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	34	28	38,66	35,49	37,08	35,40	37
P-1	5	3,05	3,50	3,275	16	21	23	44	n.e.	3	2,15	4,06	4,06	0,41	1,301	1,490	1,537	1,570	1,423	1,552	1,763	1,392	1,503	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	37	31	39,90	36,56	38,16	36,30	38
P-1	6	3,55	4,00	3,775	17	22	30	>50	n.e.	3	2,15	4,54	4,54	0,45	1,263	1,428	1,473	1,484	1,483	1,674	1,343	1,440	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44	
P-1	7	4,00	4,25	4,125	29	32	35	>50	n.e.	3	2,15	4,81	4,81	0,48	1,244	1,397	1,439	1,442	1,350	1,448	1,628	1,318	1,408	0,75	0,63	0,85	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44
P-2	1	0,55	1,00	0,775	1	2	2	4	n.e.	1	2,00	1,55	1,55	0,16	1,622	2,000	1,988	2,000	1,732	2,000	2,000	1,810	1,894	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	4	3	22,75	21,71	28,08	27,90	25
P-2	2	1,05	1,50	1,275	7	8	9	17	n.e.	2	2,11	2,02	2,02	0,20	1,533	1,867	1,884	2,000	1,663	1,978	2,000	1,694	1,827	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	17	14	31,73	29,49	32,04	31,20	31
P-2	3	1,55	2,00	1,775	12	22	32	>50	n.e.	2	2,11	2,50	2,50	0,25	1,463	1,753	1,790	2,000	1,600	1,849	2,000	1,602	1,757	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44
P-2	4	2,05	2,45	2,250	19	28	30	>50	n.e.	2	2,11	2,92	2,92	0,29	1,411	1,668	1,713	1,850	1,548	1,753	2,000	1,534	1,685	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44
P-2	5	3,50	3,90	3,700	28	28	30	>50	n.e.	2	2,11	3,34	3,34	0,33	1,366	1,595	1,644	1,729	1,499	1,671	1,913	1,476	1,612	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44
P-2	6	4,70	4,95	4,825	36	40	40	>50	n.e.	3	2,15	3,61	3,61	0,36	1,340	1,553	1,602	1,664	1,469	1,624	1,854	1,442	1,568	0,75	0,63	0,85	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44
P-2	7	5,40	5,65	5,525	40	60	60	>50	n.e.	3	2,15	3,88	3,88	0,39	1,316	1,514	1,562	1,605	1,441	1,580	1,798	1,411	1,528	0,75	0,63	0,85	1,00	1,00	50	50	46,62	42,39	45,00	42,00	44

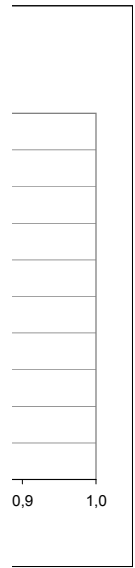
- N<sub>65</sub> Número de golpes para el 45% de energía del martillo (Estimado para Colombia)
- NF Nivel freático
- σ<sub>v</sub> Esfuerzo vertical total
- σ<sub>v</sub>' Esfuerzo vertical efectivo
- Rs Parámetro utilizado para el C<sub>N</sub>, Rs = σ<sub>v</sub>'/p<sub>a</sub>
- C<sub>N</sub> Factor de corrección por confinamiento efectivo
- η<sub>1</sub> Factor de corrección por energía del martillo: La energía de USA es el 60% y la de Japón el 72%
- η<sub>2</sub> Factor de corrección por longitud de la varilla
- η<sub>3</sub> Factor de corrección por revestimiento interno de tomamuestras
- η<sub>4</sub> Factor de corrección por diámetro de la perforación
- Ncorr Número de golpes corregido
- φ Ángulo de fricción interna
- σ<sub>v</sub>' Esfuerzo vertical efectivo

1	Relleno	2,00
2	Arcillolita	2,11
3	Litoarenita	2,15











**TABLA B2 OBTENCION DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES POR EL METODO VECTORIAL**

**ESTRATIFICACION E1**

PUNTO	$\alpha$	$\beta$	N	E	Z
1	280	65	0,07338689	-0,41619774	0,90630779
2	260	57	-0,09457558	-0,53636474	0,83867057
3	354	70	0,34014652	-0,03575084	0,93969262
4	355	40	0,76312941	-0,06676517	0,64278761
5	312	78	0,13912008	-0,1545085	0,9781476
6	265	70	-0,02980902	-0,34071865	0,93969262
7	275	50	0,05602263	-0,64034161	0,76604444
8	270	61	-8,9095E-17	-0,48480962	0,87461971
9	275	60	0,04357787	-0,49809735	0,8660254
SUMATORIAS			1,29099881	-3,17355423	7,75198836

$ R  =$	8,47534353	$e =$	-0,3744455	$\beta' =$	<b>66,2</b>
$n =$	0,15232407	$z =$	0,91465182	$\alpha' =$	<b>292,1</b>

**TABLA B3 OBTENCION DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES  
POR EL METODO VECTORIAL**

**DIACLASA 1**

PUNTO	$\alpha$	$\beta$	N	E	Z
1	100	52	-0,10690849	0,60630819	0,78801075
2	90	56	3,4255E-17	0,5591929	0,82903757
3	105	60	-0,12940952	0,48296291	0,8660254
4	114	47	-0,27739372	0,6230365	0,7313537
5	120	60	-0,25	0,4330127	0,8660254
SUMATORIAS			-0,76371174	2,70451322	4,08045284

$ R  =$	4,95	$e =$	0,54586258	$\beta' =$	<b>55,4</b>
$n =$	-0,2	$z =$	0,82357391	$\alpha' =$	<b>105,8</b>

**DIACLASA 2**

PUNTO	$\alpha$	$\beta$	N	E	Z
1	25	72	0,28006451	0,13059623	0,95105652
2	20	88	0,0327948	0,01193633	0,99939083
SUMATORIAS			0,31285931	0,14253256	1,95044734

$ R  =$	1,98	$e =$	0,07196741	$\beta' =$	<b>80,0</b>
$n =$	0,16	$z =$	0,98481806	$\alpha' =$	<b>24,5</b>

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**

**ANEXO C**

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO**

**TABLA C1 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 1

D: Diaclasa

E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N08E/61SE
Buzamiento t	53
Azmut: at	98
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	si	no	no
D2	25	80	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	no	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	si	si	si
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

**TABLA C2 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 2

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N08W/44NE
Buzamiento t	53
Azmut: at	82
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	no	no	no
D2	25	80	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	no	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	no	si	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

**TABLA C3 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 3

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N25W/54NE
Buzamiento t	54
Azmut: at	65
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	no	no	no
D2	25	80	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	no	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	no	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	no	si	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

**TABLA C4 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 4

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N65W/59NE
Buzamiento t	59
Azmut: at	25
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	no	si	no
D2	25	80	si	si	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	si	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	no	si	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	no	si	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

**TABLA C5 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 1 CON OBRAS

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N08E/61SE
Buzamiento t	45
Azmut: at	98
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	si	no	no
D2	25	80	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	no	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	si	no	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no



**TABLA C6 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 2 CON OBRAS

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N08W/44NE
Buzamiento t	53
Azmut: at	82
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	no	no	no
D2	25	80	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	no	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	si	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	no	si	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

**TABLA C7 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 3 CON OBRAS

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N25W/54NE
Buzamiento t	54
Azmut: at	65
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	no	no	no
D2	25	80	si	no	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	no	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	no	no	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	no	si	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

**TABLA C8 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS  
FALLA PLANAR, EN CUÑA Y POR VOLTEO**

ANÁLISIS CINEMÁTICO TALUDES SAN JOAQUIN EL VATICANO

TALUD No. 4 CON OBRAS

D: Diaclasa  
E: Estratos

<b>ORIENTACIÓN</b>	N65W/59NE
Buzamiento t	59
Azmut: at	25
Fricción	25

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1	292	66	si	no	no	no
D1	106	56	si	no	si	no
D2	25	80	si	si	no	no

Cuña No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta en cuña
			$b > \emptyset$	$ at-ab  \leq 20$	$b < t$	
E1D1	19	4	no	si	si	no
E1D2	313	60	si	no	no	no
D1D2	100	55	si	no	si	no

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falta por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\emptyset)$	
E1	292	66	no	si	no
D1	106	56	no	no	no
D2	25	80	no	si	no

Figura C.1

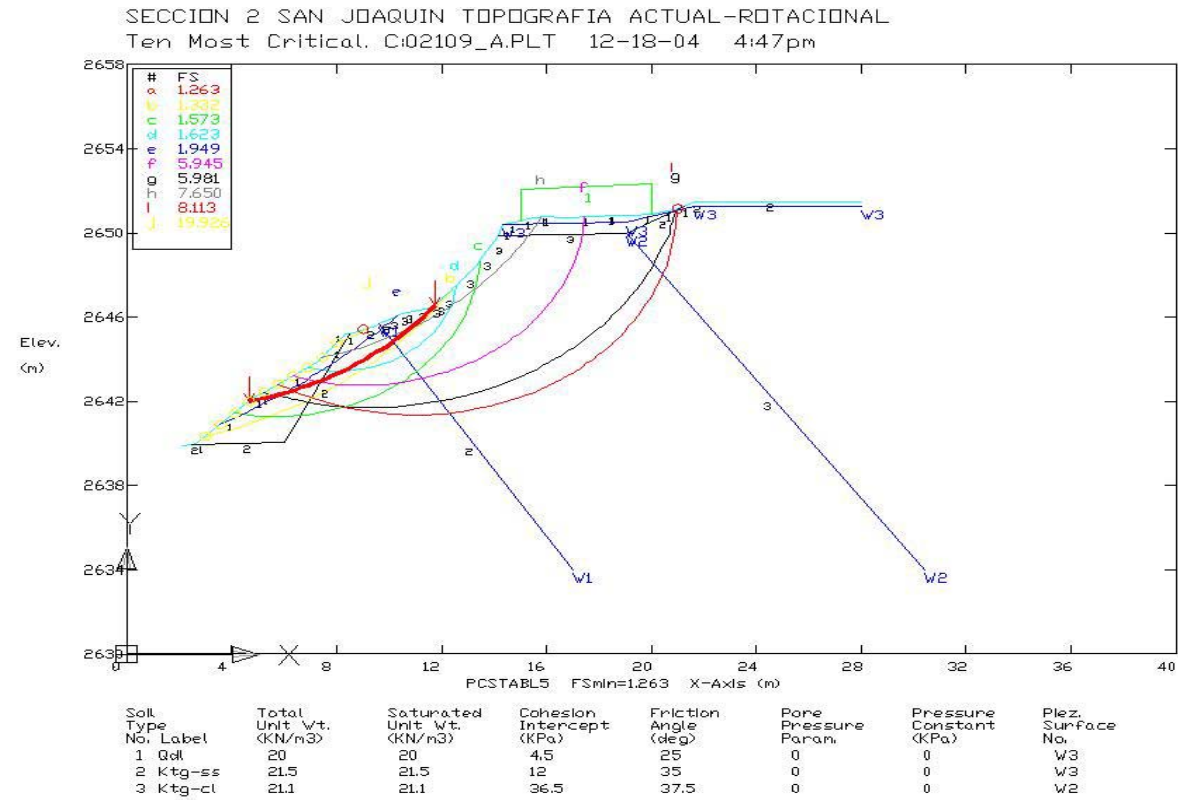
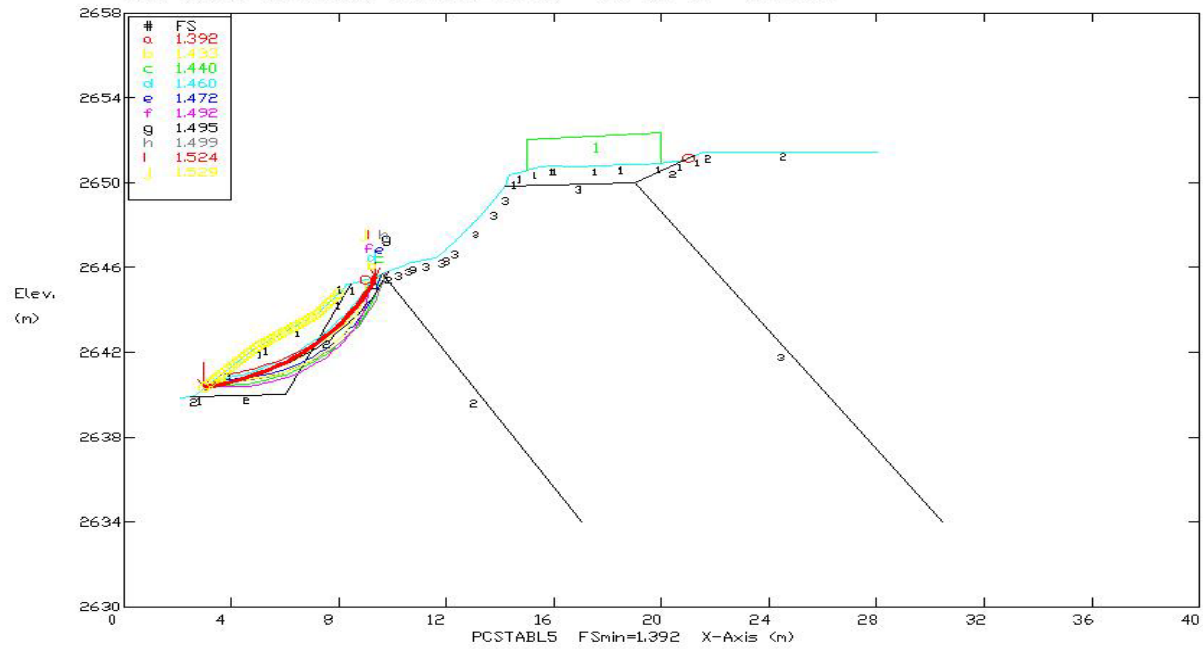


Figura C.2

SECCION 2 SAN JOAQUIN TOPOGRAFIA ACTUAL-ROTACIONAL  
 Ten Most Critical, C:02109\_G.PLT 12-30-04 8:42am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 sat	20	20	4.5	25	0.1	0	
2 Ktg-ss	21.5	21.5	12	35	0.1	0	
3 Ktg-cl	21.1	21.1	36.5	37.5	0.1	0	

Figura C.3

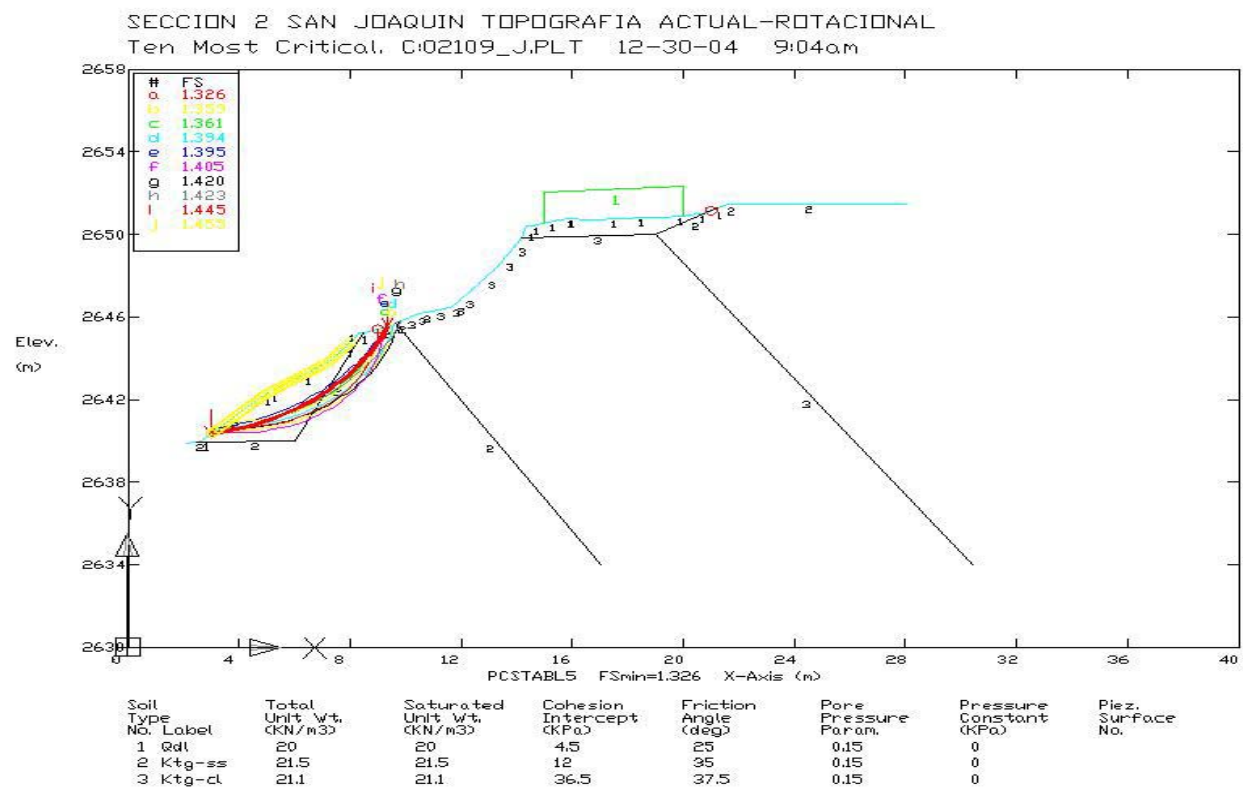


Figura C.4

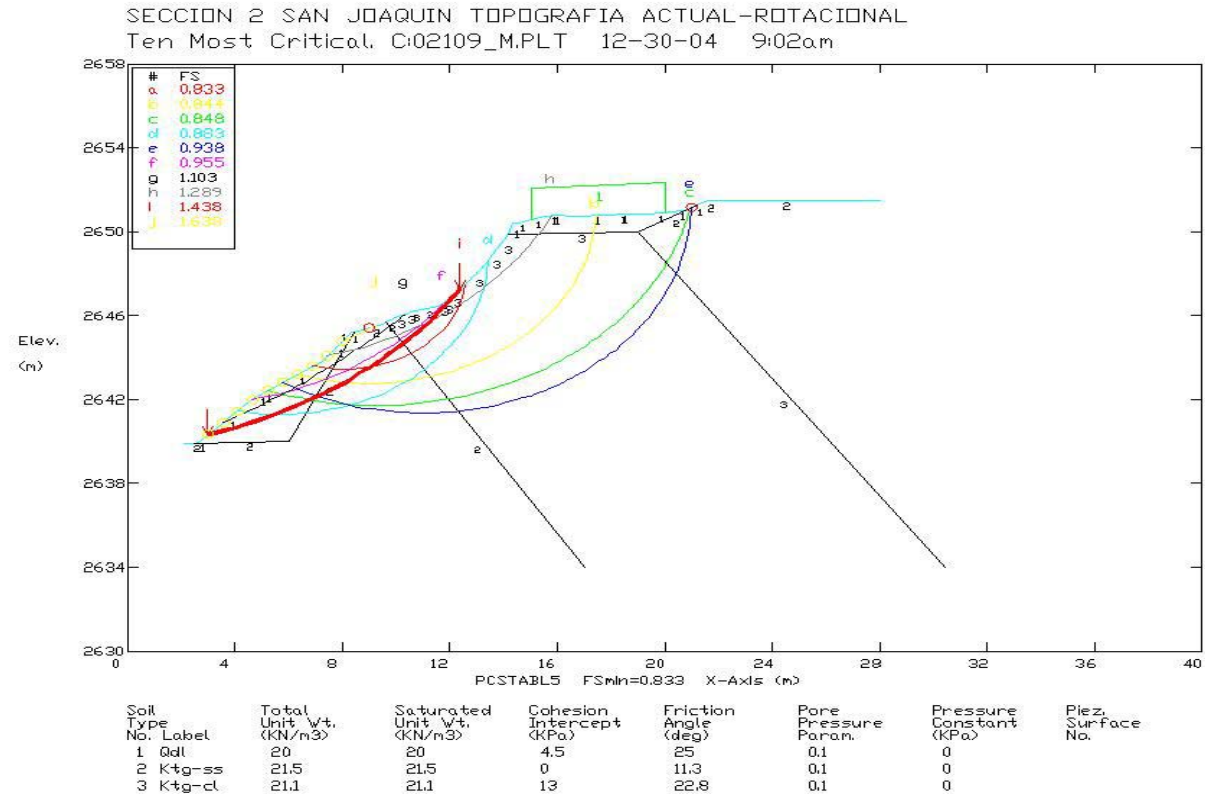


Figura C.5

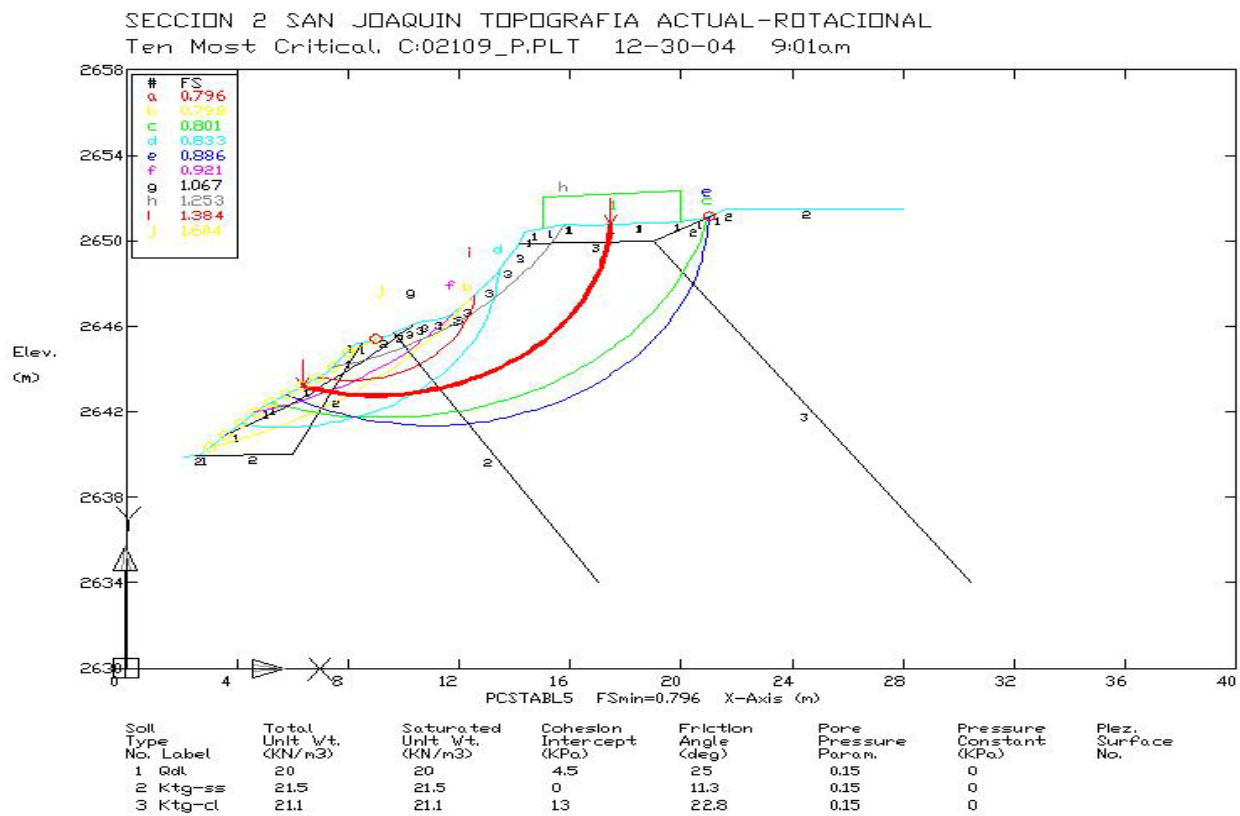
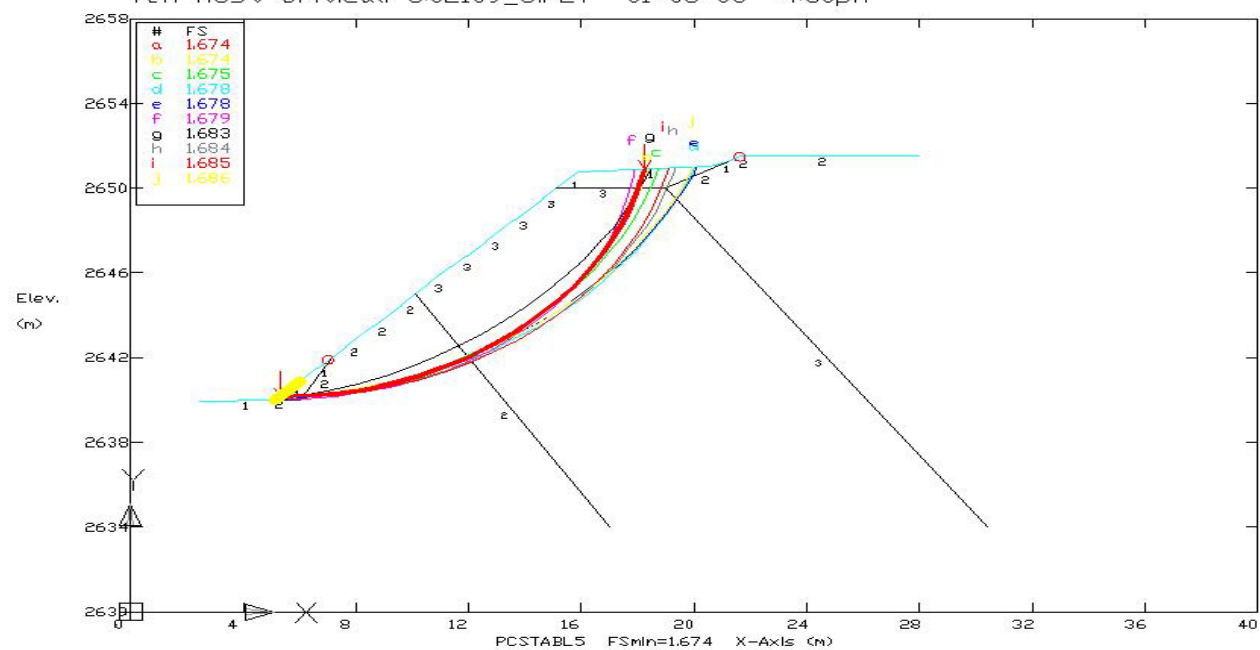




Figura C.6

SECCION 2 SAN JOAQUIN PERFILADO 2-ROTACIONAL PICO RU=0.10  
 Ten Most Critical. C:02109\_S.PLT 01-03-05 4:50pm



PCSTABL5 FSmin=1.674 X-Axis (m)

Soil Type	Total Unit wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Plaz. Surface No.
1 Ocl	20	20	4.5	25	0.1	0	
2 Ktg-ss	21.5	21.5	12	35	0.1	0	
3 Ktg-cl	21.1	21.1	36.5	37.5	0.1	0	

Figura C.7

SECCION 2 SAN JOAQUIN PERFILADO 2-ROTACIONAL PICO RU=0.15  
 Ten Most Critical. C:\02109\_W.PLT 01-03-05 4:51pm

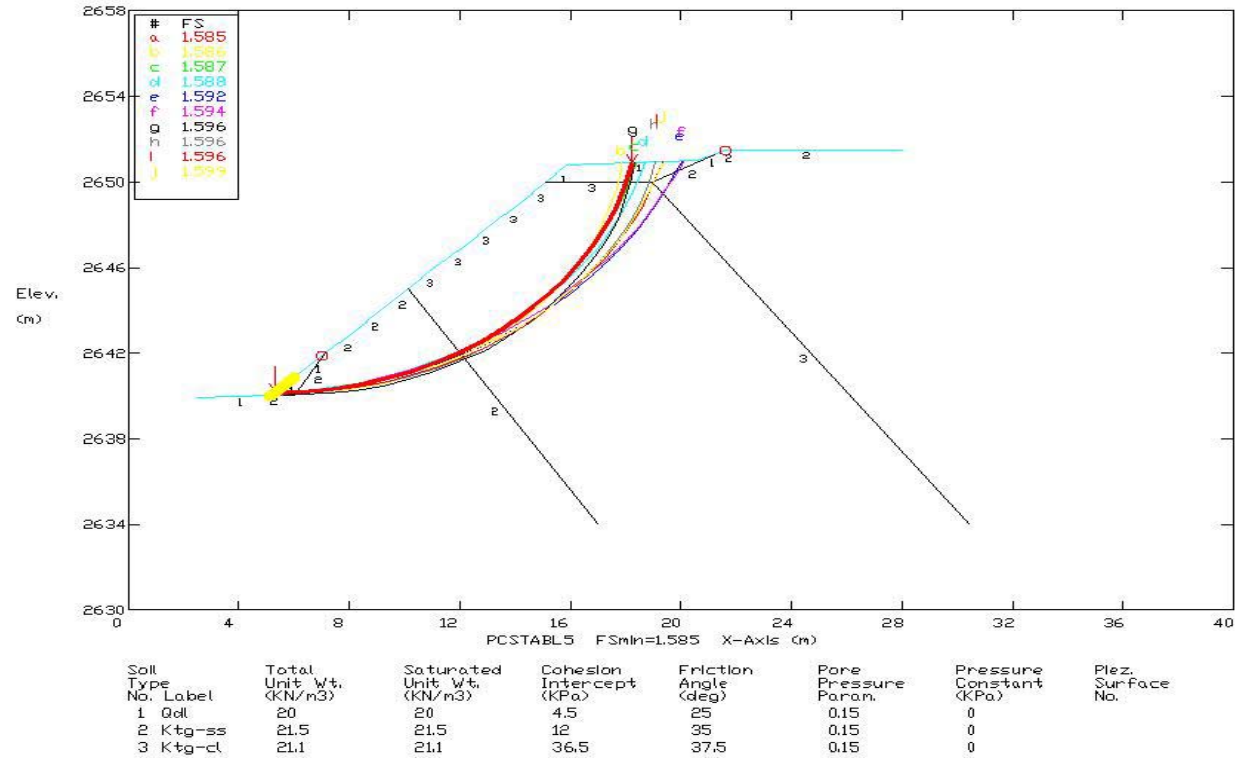


Figura C.8

SECCION 2 SAN JOAQUIN PERFILADO 2-ROTACIONAL RESID RU=0.10  
 Ten Most Critical, C:02109\_Y.PLT 01-03-05 4:57pm

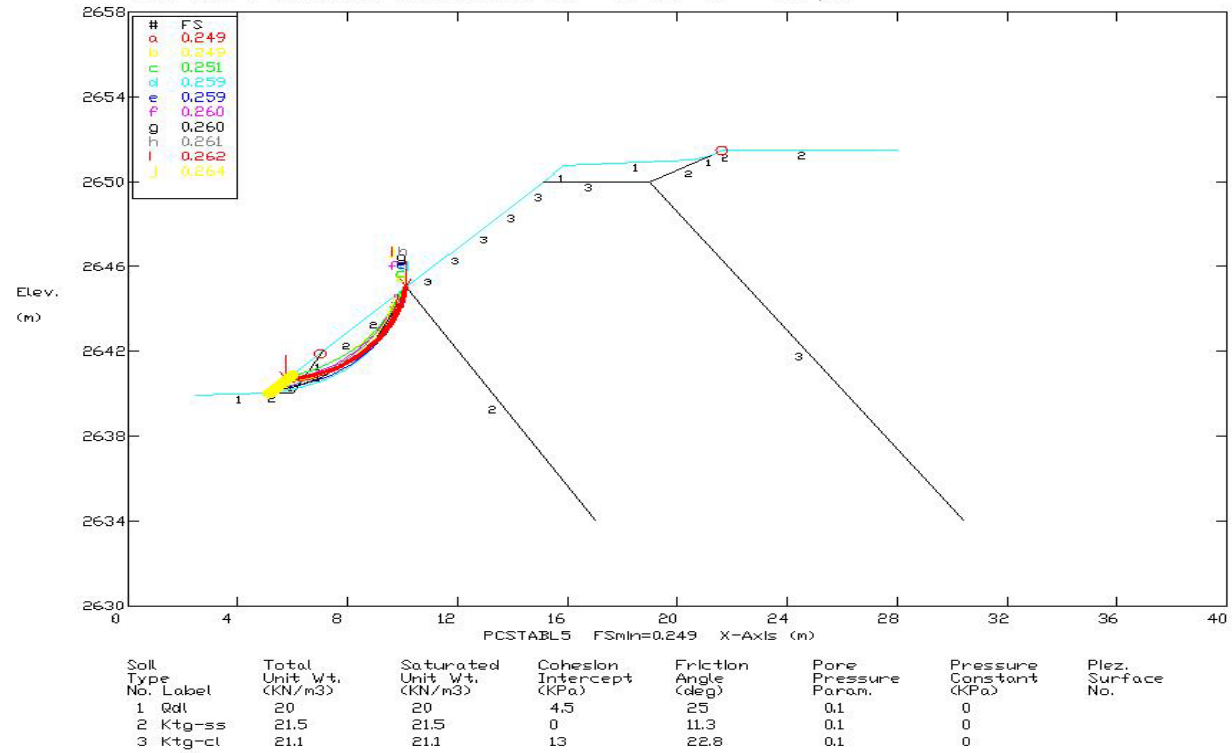


Figura C.9

SECCION 2 SAN JOAQUIN PERFILADO 2-ROTACIONAL RESID RU=0.15  
 Ten Most Critical, C:02109\_ZB.PLT 01-03-05 4:58pm

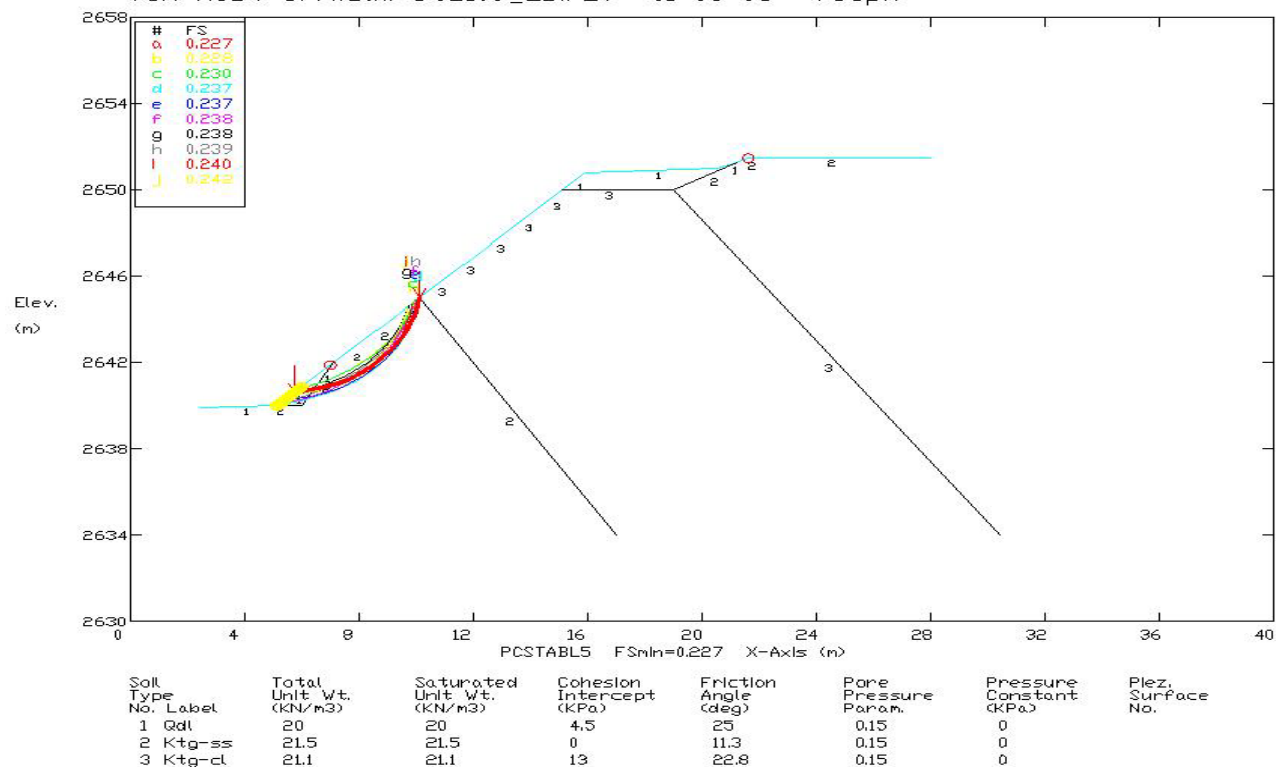
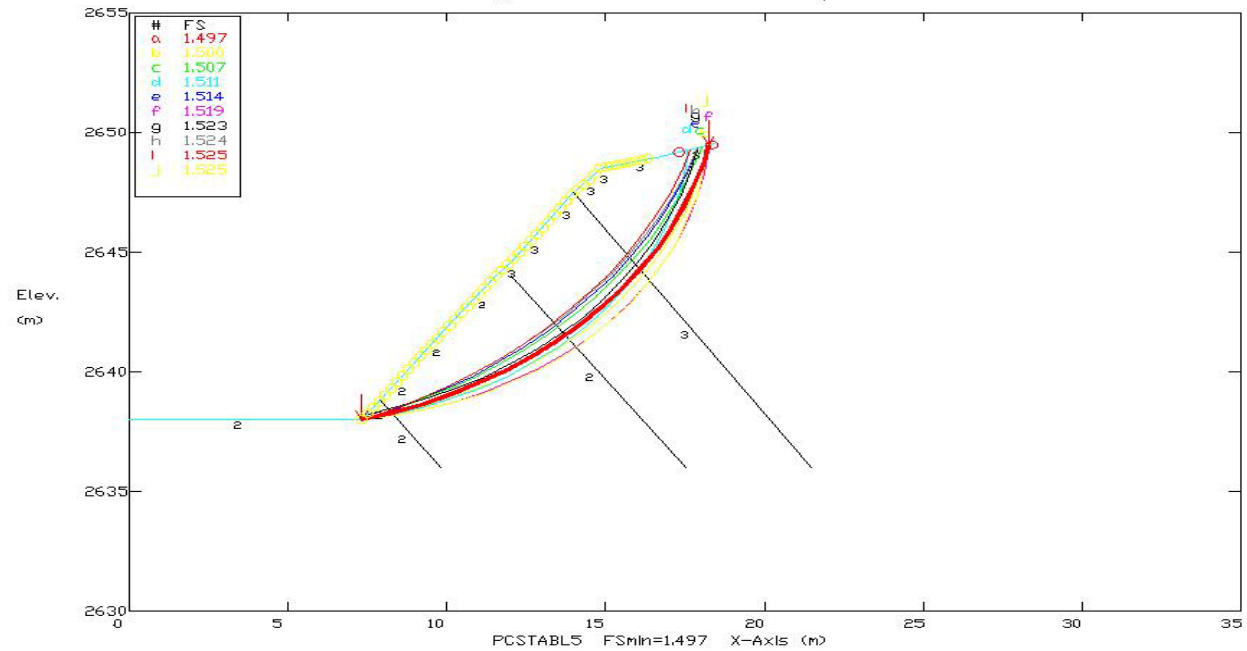


Figura C.10

SECCION 4 SAN JOAQUIN OBRA ROTACIONAL PICO RU=0.10  
 Ten Most Critical. C:\SEC4\_A.PLT 01-03-05 6:45pm



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (kPa)	Piez. Surface No.
1	Ord	20	20	4.5	25	0.1	0	
2	Ktg-ss	21.5	21.5	12	35	0.1	0	
3	Ktg-cl	21.1	21.1	36.5	37.5	0.1	0	

Figura C.11

SECCION 4 SAN JOAQUIN OBRA ROTACIONAL PICO RU=0.15  
 Ten Most Critical, C:\SEC4\_B.PLT 01-03-05 6:52pm

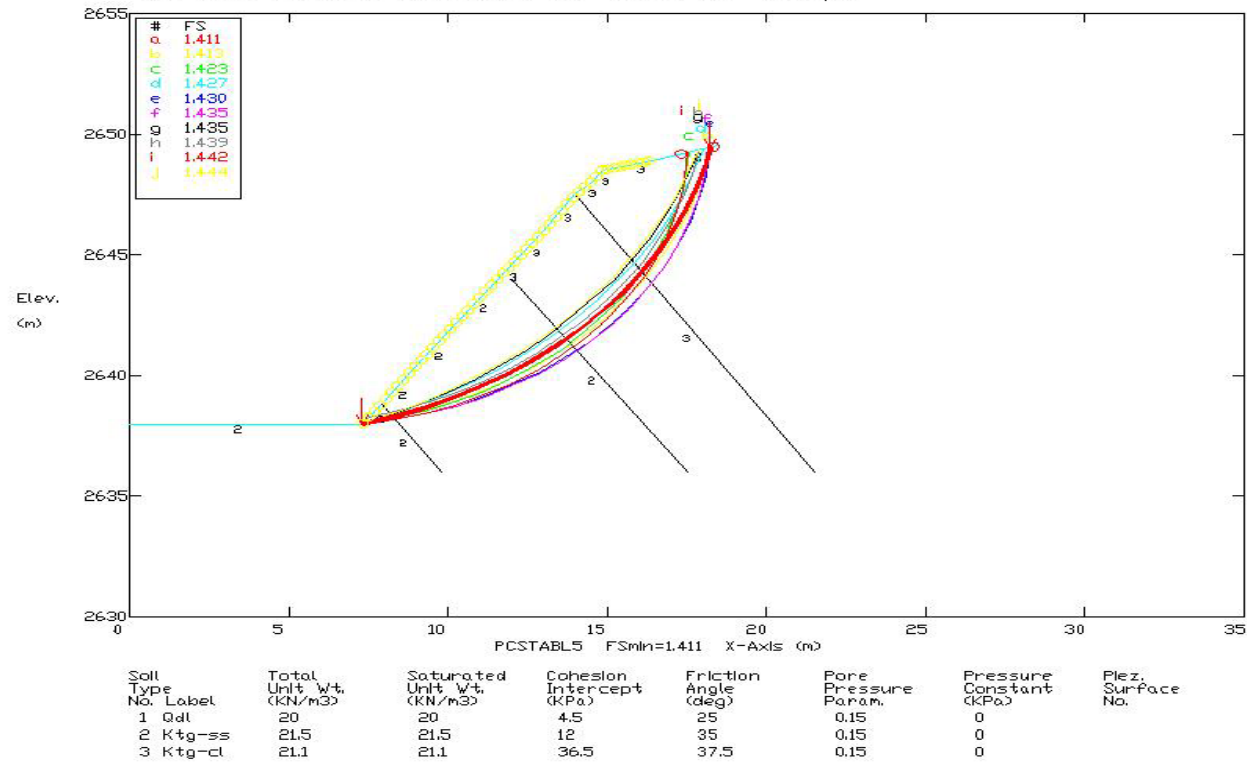


Figura C.12

SECCION 4 SAN JOAQUIN OBRA ROTACIONAL RESID RU=0.10  
 Ten Most Critical, C:\SEC4\_C.PLT 01-03-05 7:01pm

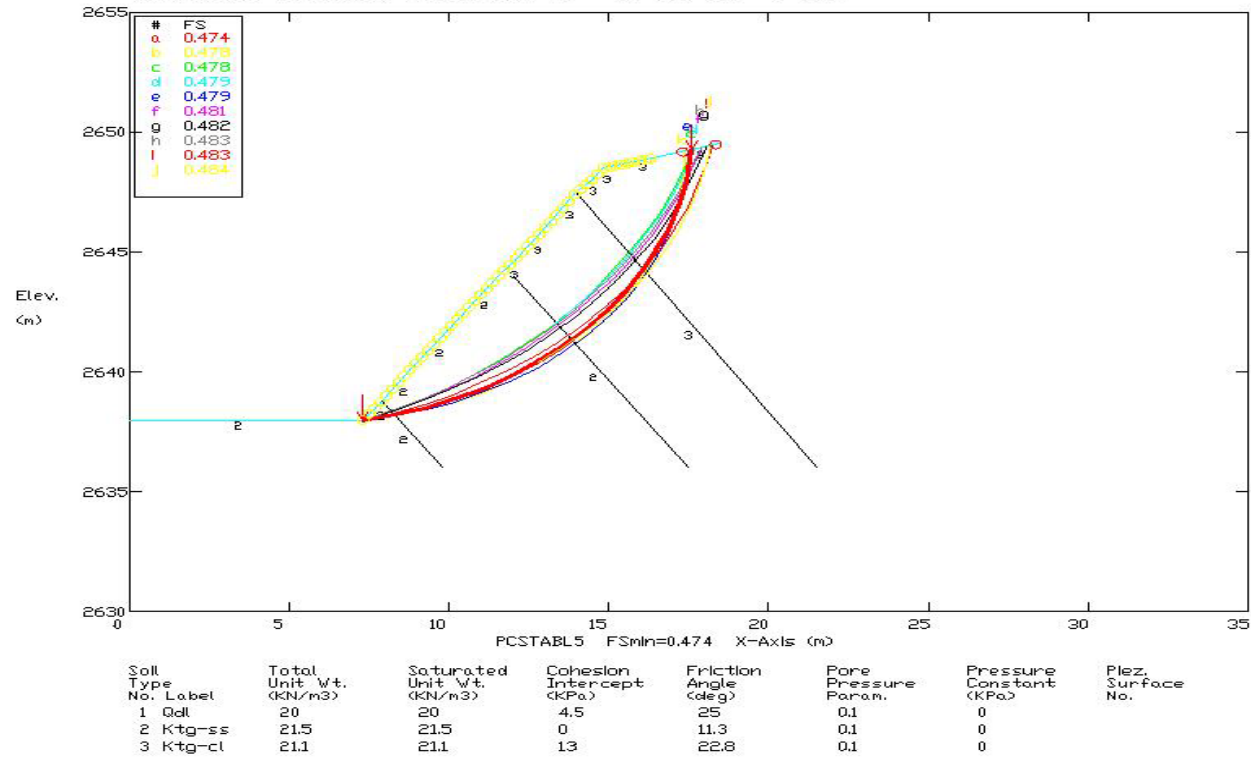


Figura C.13

SECCION 4 SAN JOAQUIN OBRA ROTACIONAL RESID RU=0.15  
 Ten Most Critical. C:\SEC4\_D.PLT 01-03-05 7:01pm

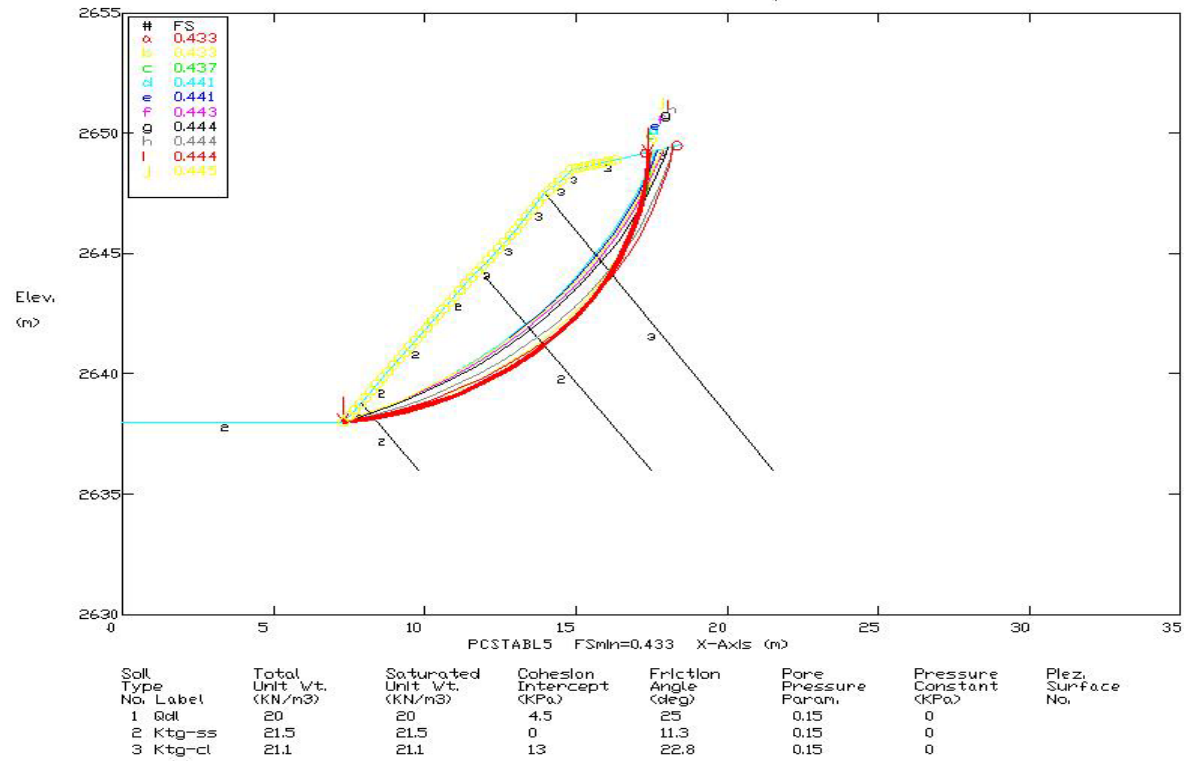
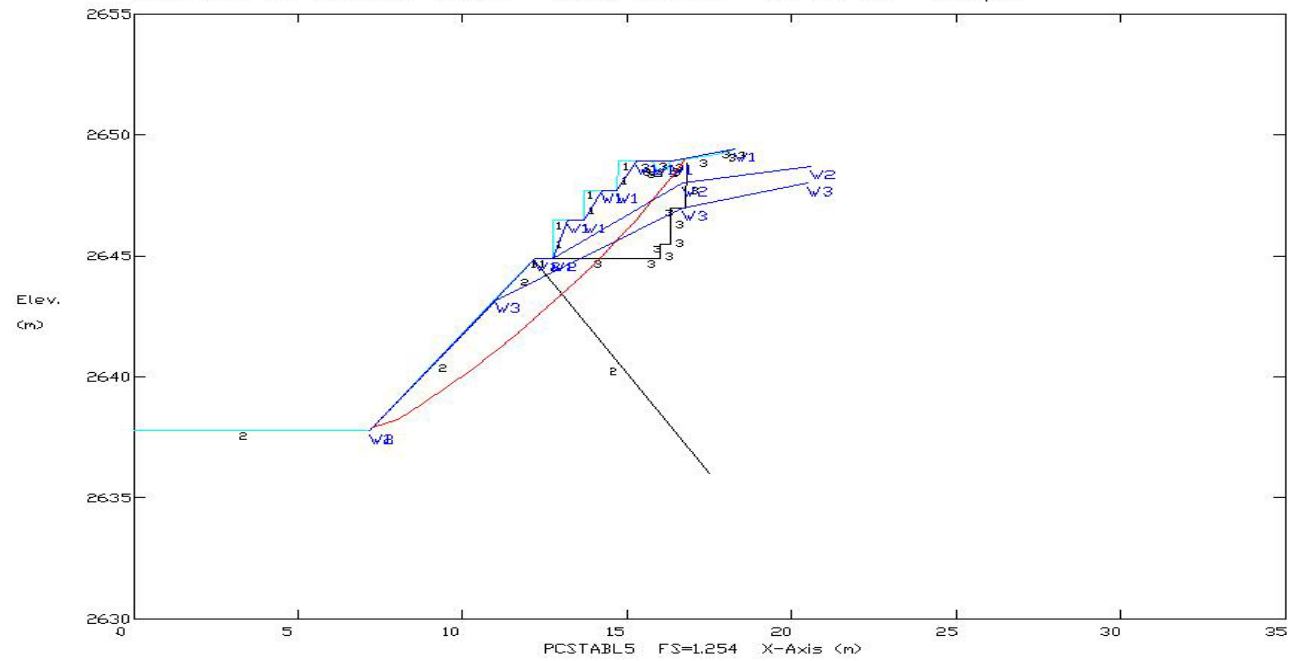




Figura C.14

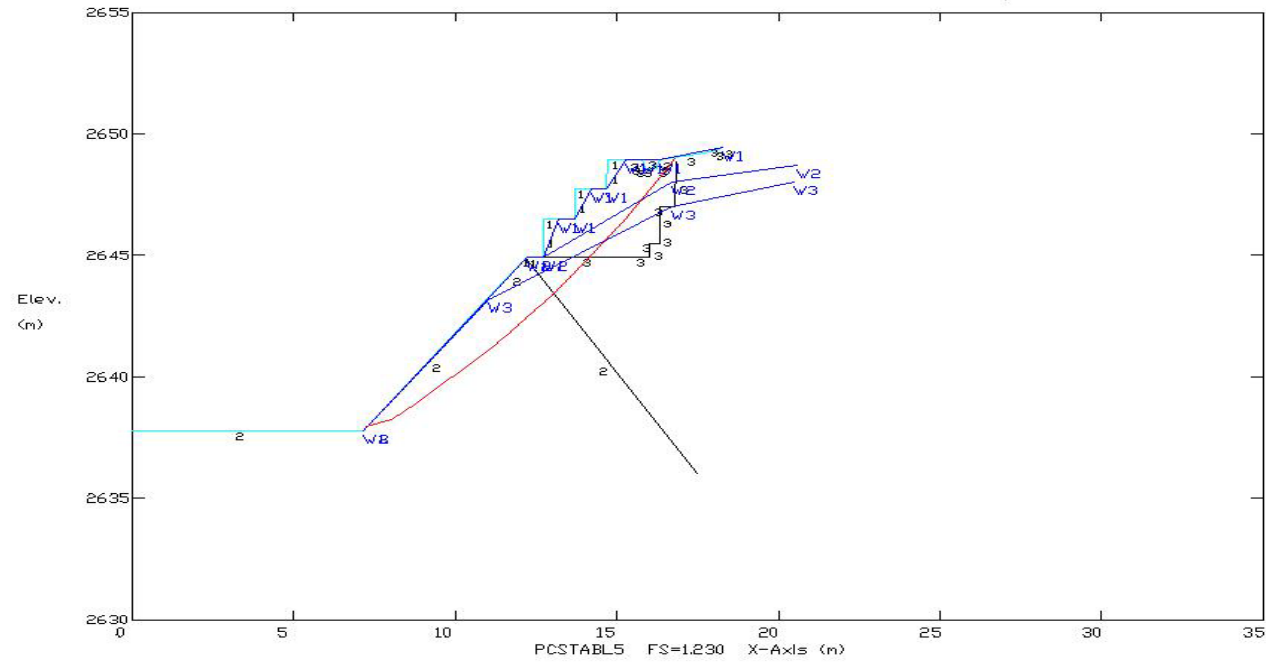
SECCION 4 SAN JOAQUIN Con Obras-Muro-Ru=0,47  
 Surface #1-04MURD-L.OUT, C:\SEC4\_L.PLT 02-18-05 6:30pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Muro	19	20,5	1	27	0,47	0	
2 Ktg-ss	21,5	22	11,8	35	0	0	
3 Arcilla	21,1	21,1	35,8	37,5	0	0	

Figura C.15

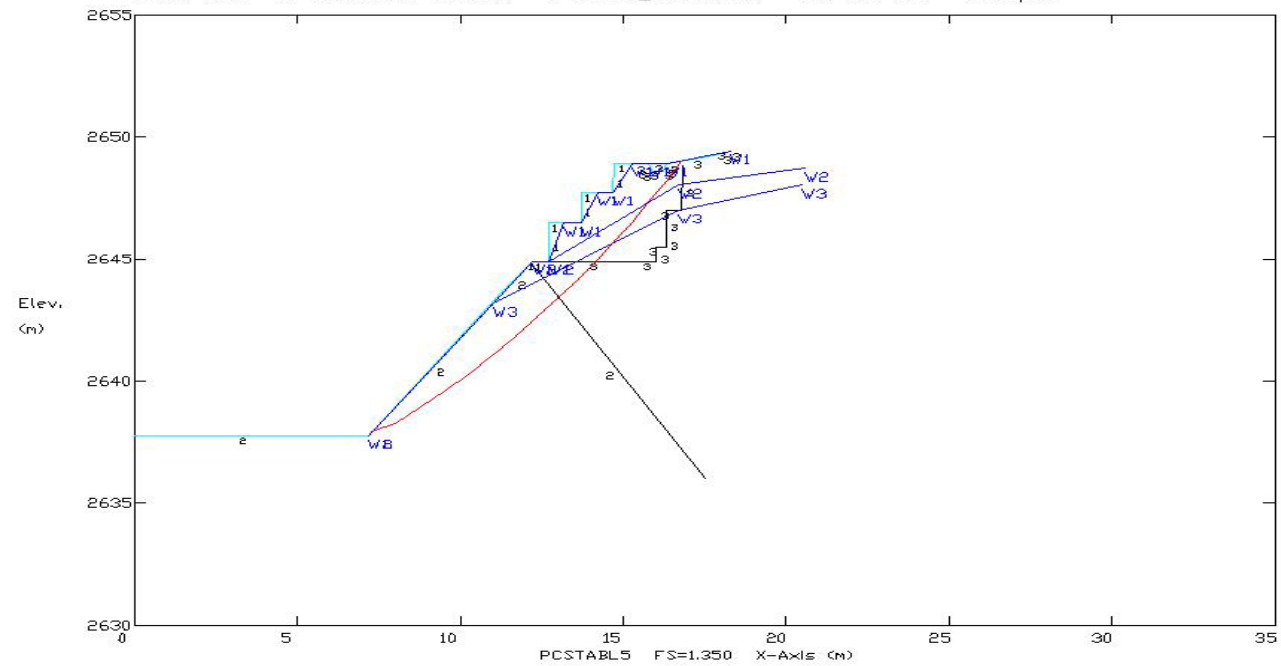
SECCION 4 SAN JOAQUIN Con Obras-Muro-W1  
 Surface #1-04MURD-L.OUT, C:SEC4\_LW1.PLT 02-18-05 6:29pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Muro	19	20.5	1	27	0	0	W1
2 Ktg-ss	21.5	22	11.8	35	0	0	
3 Arcilla	21.1	21.1	35.8	37.5	0	0	

Figura C.16

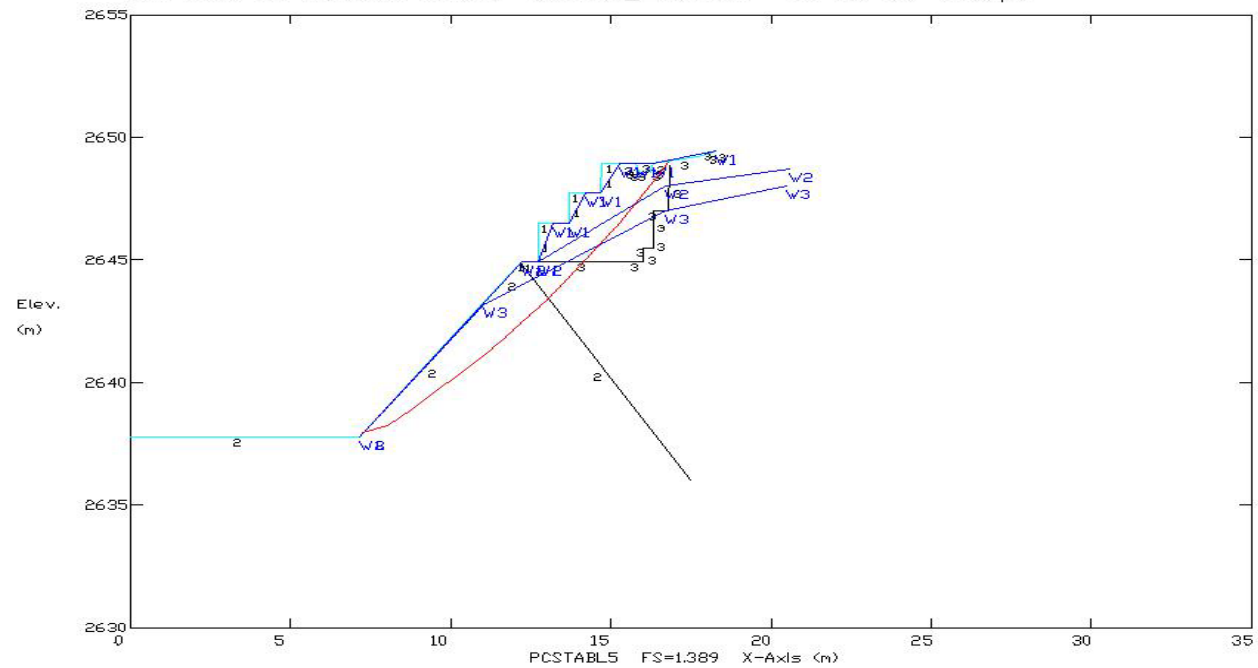
SECCION 4 SAN JOAQUIN Con Obras-Muro-W2  
 Surface #1-04MURD-L.DUT. C:SEC4\_LW2.PLT 02-18-05 6:29pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa.)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa.)	Piez. Surface No.
1 Muro	19	20.5	1	27	0	0	W2
2 Ktg-ss	21.5	22	11.8	35	0	0	
3 Arcilla	21.1	21.1	35.8	37.5	0	0	

Figura C.17

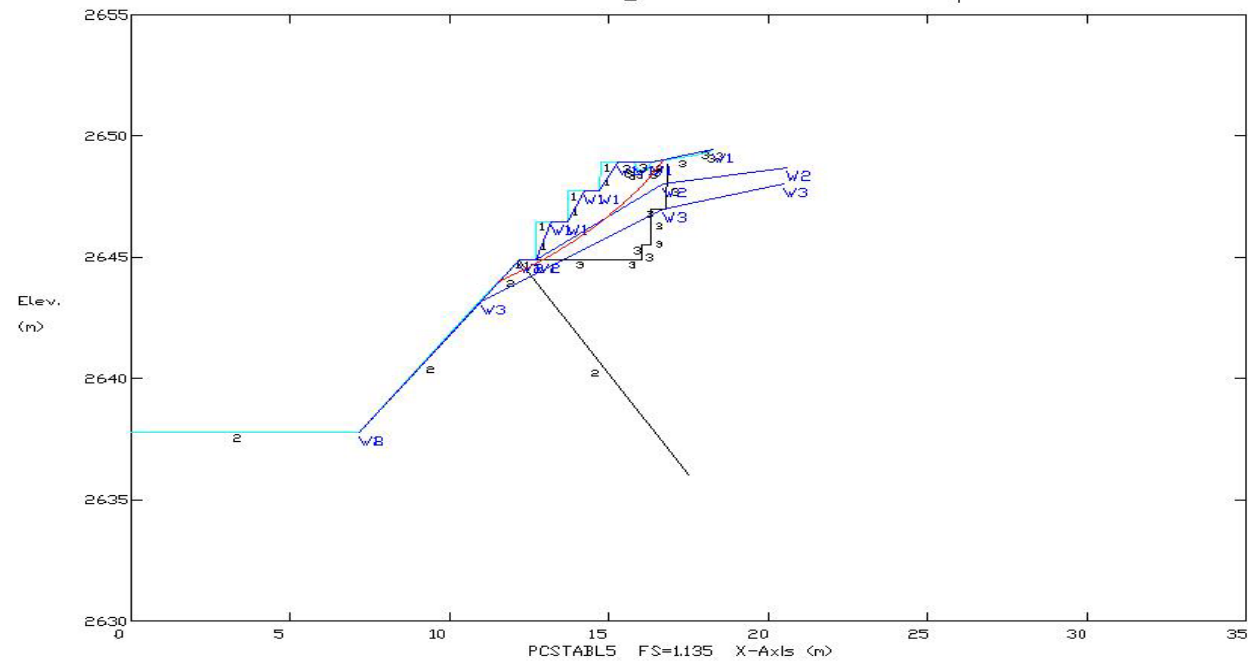
SECCION 4 SAN JOAQUIN Con Obras-Muro-W3  
 Surface #1-04MURD-L.OUT, C:SEC4\_LW3.PLT 02-18-05 6:28pm



Soil Type No. Label	Total Unit wt. (kN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit wt. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (kPa)	Plaz. Surface No.
1 Muro	19	20.5	1	27	0	0	W3
2 Ktg-ss	21.5	22	11.8	35	0	0	
3 Arcilla	21.1	21.1	35.8	37.5	0	0	

Figura C.18

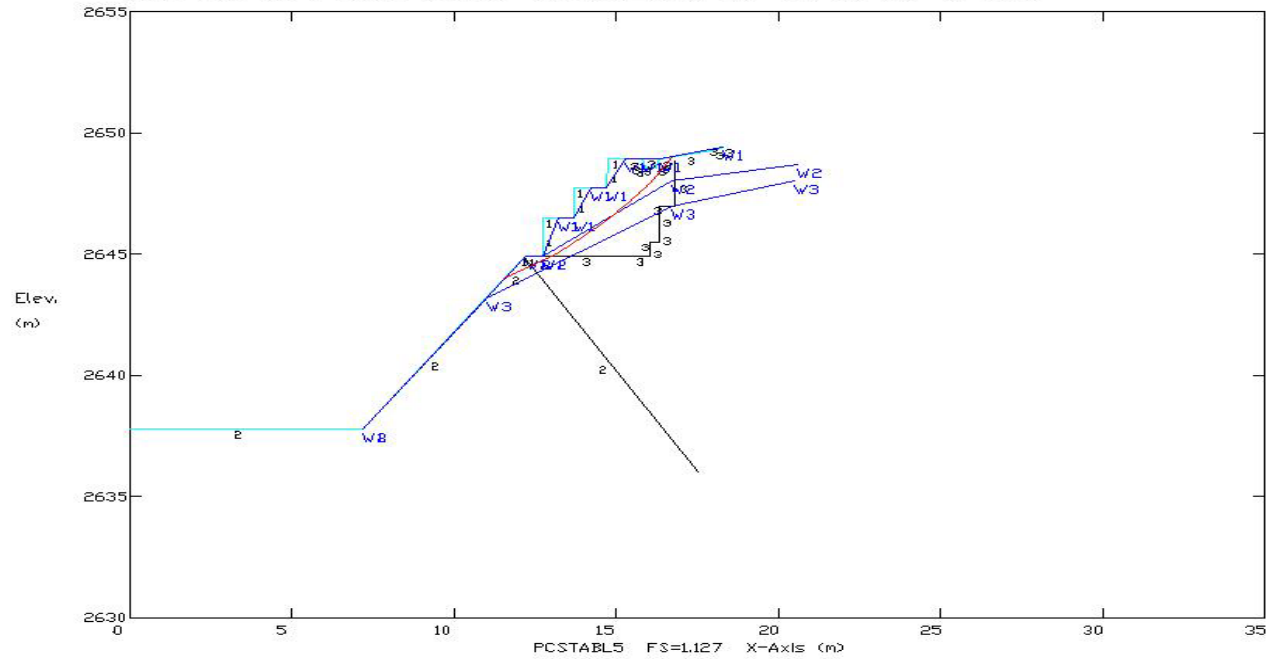
SECCION 4 SAN JOAQUIN Obras-Muro-ru=0.47  
 Surface #1-04MUR0-C.OUT. C:\SEC4\_C.PL1 02-18-05 6:47pm



Soil Type	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (kPa)	Piez. Surface No.
1 Muro	19	20.5	1	27	0.47	0	
2 Ktg-ss	21.5	22	11.8	35	0	0	
3 Arcilla	21.1	21.1	35.8	37.5	0	0	

**Figura C.19**

SECCION 4 SAN JOAQUIN Obras-Muro-w1  
 Surface #1-04MURO-C.OUT. C:SEC4\_CW1.PLT 02-18-05 6:46pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Muro	19	20.5	1	27	0	0	w1
2 Ktg-ss	21.5	22	11.8	35	0	0	
3 Arcilla	21.1	21.1	35.8	37.5	0	0	

Figura C.20

SECCION 4 SAN JOAQUIN Obras-Muro-W2  
 Surface #1-04MURO-C.OUT. C:SEC4\_CW2.PLT 02-18-05 6:46pm

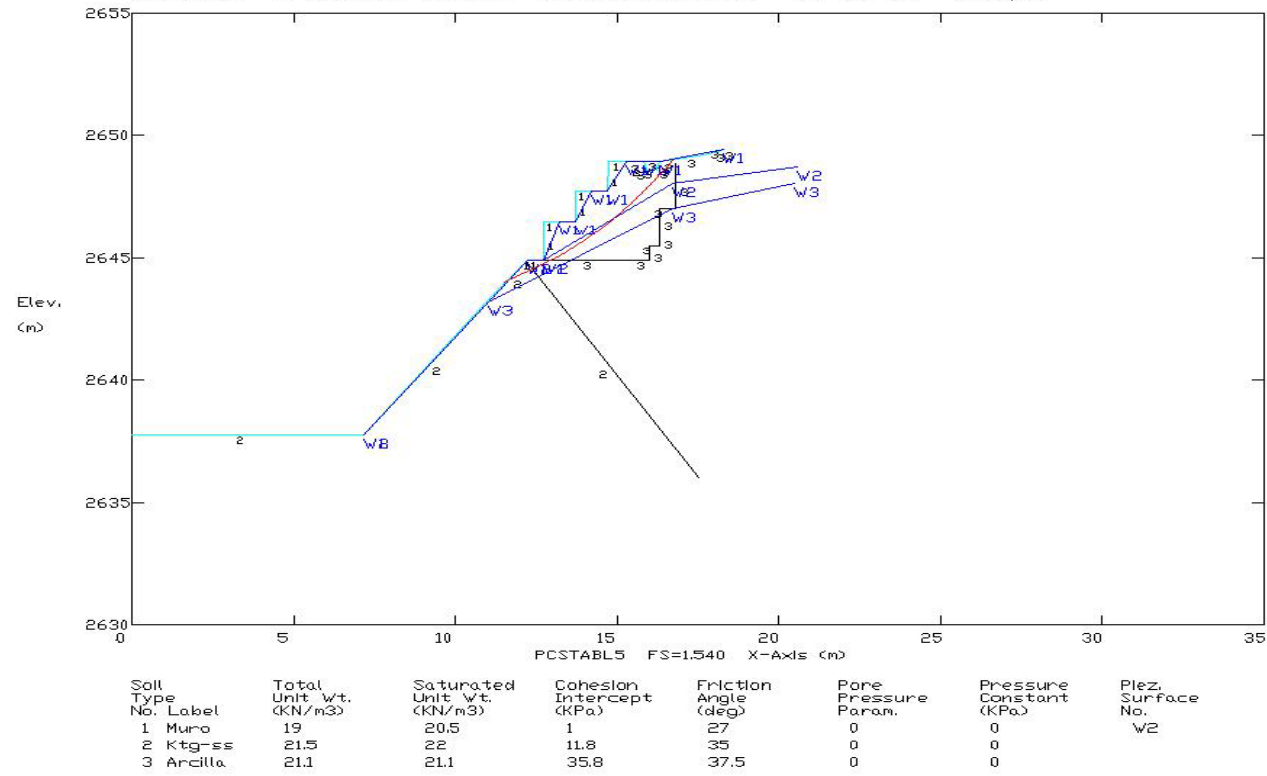
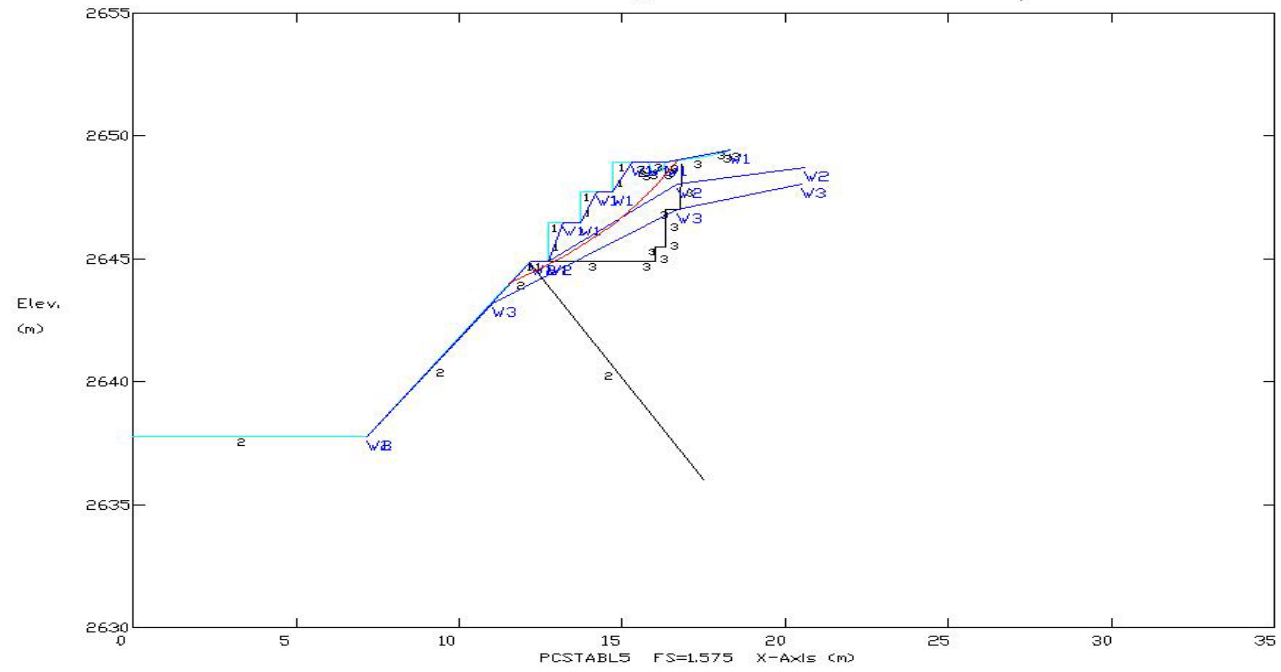


Figura C.21

SECCION 4 SAN JOAQUIN Obras-Muro-W3  
 Surface #1-04MURD-C.OUT. C:\SEC4\_CW3.PLT 02-18-05 6:45pm

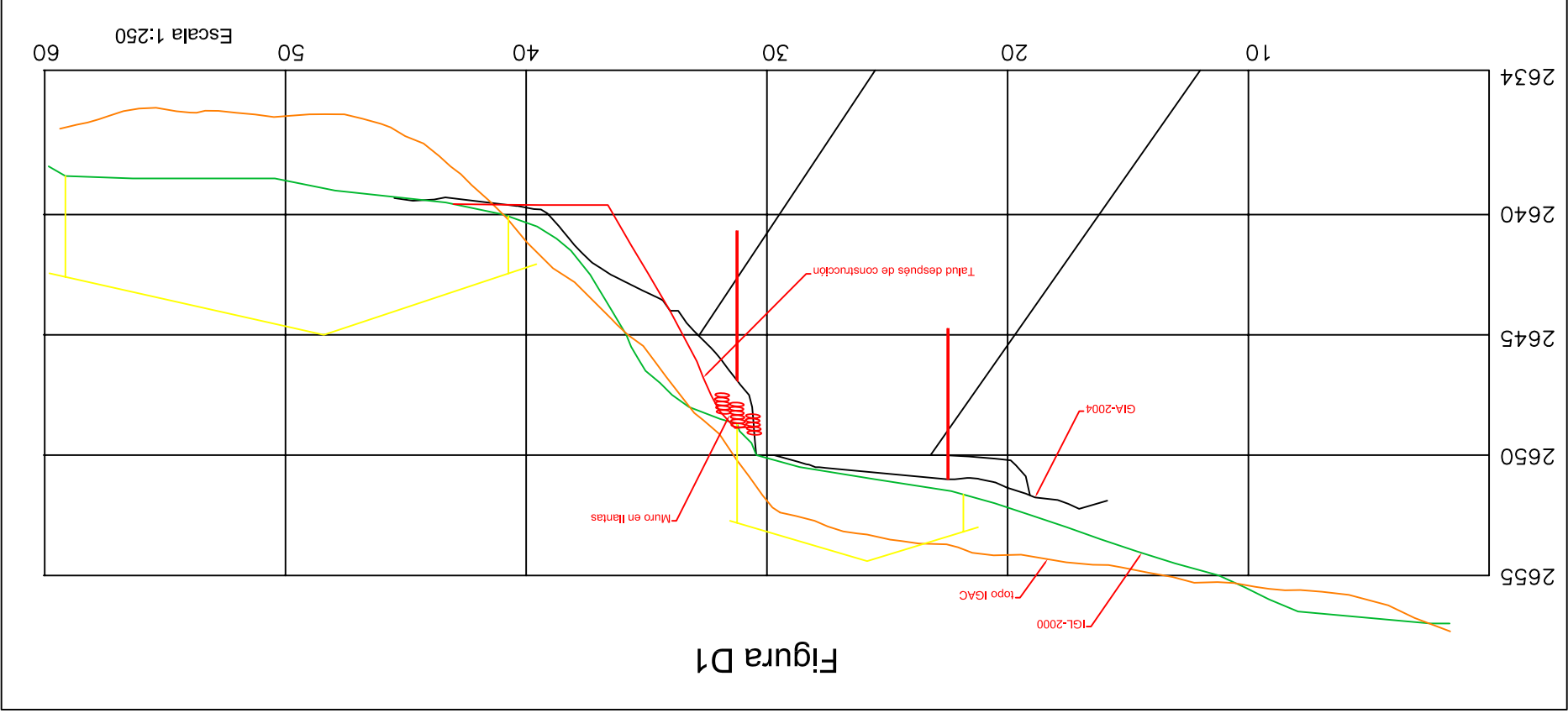


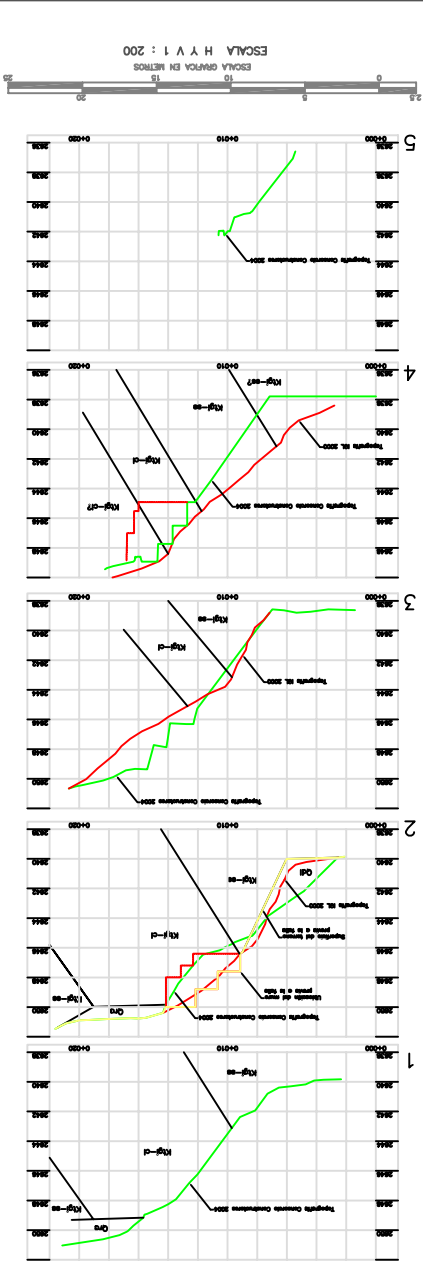
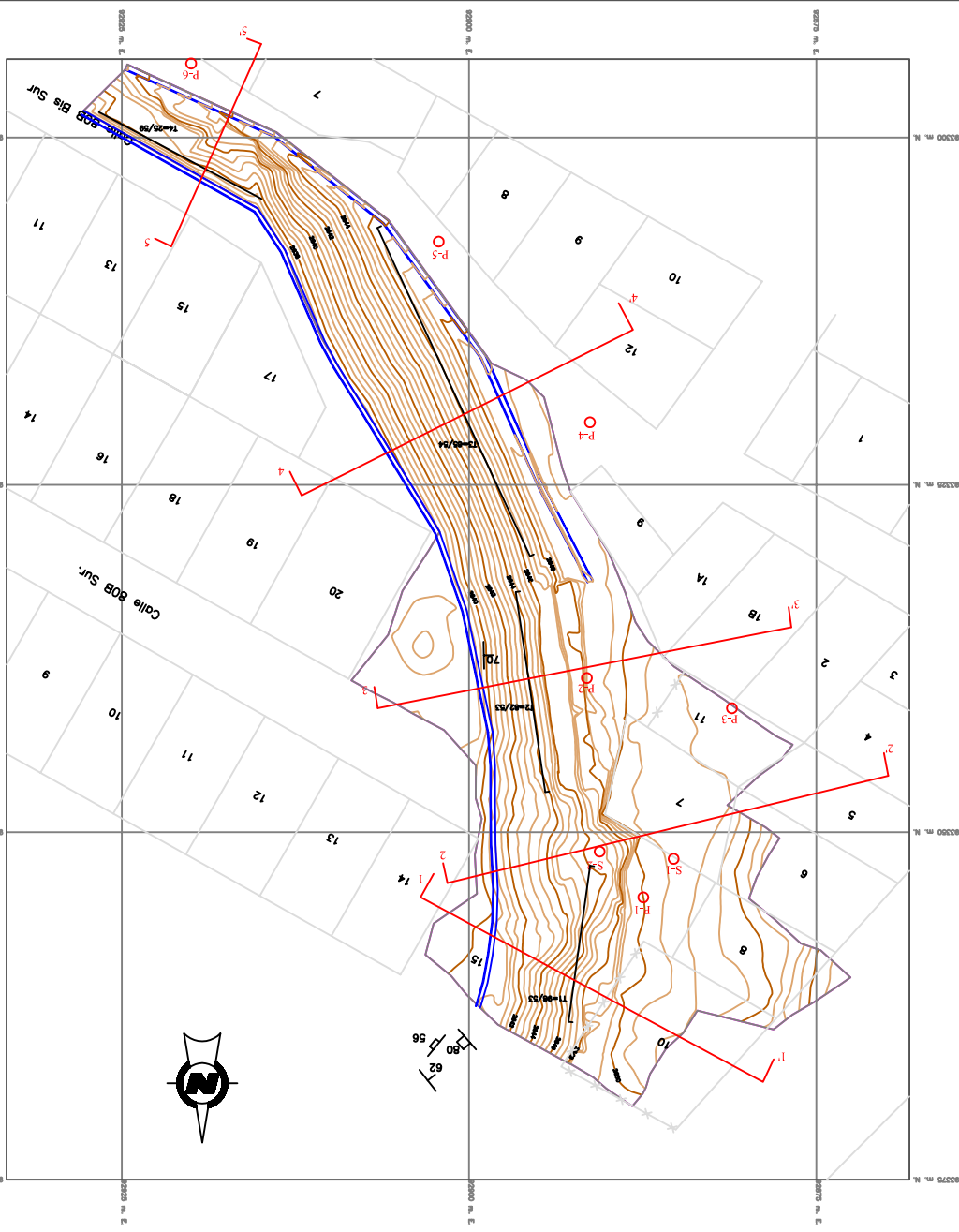
Soil Type No. Label	Total Unit wt. (KN/m3)	Saturated Unit wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Muro	19	20.5	1	27	0	0	
2 Ktg-ss	21.5	22	11.8	35	0	0	W3
3 Arcilla	21.1	21.1	35.8	37.5	0	0	





**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO D**  
**PLANOS**





**DICIEMBRE DE 2004**  
**PLANO D1**

COORDENADAS CON ORIGEN BOGOTÁ CON COORDENADAS GEODÉSICAS 04° 41' 00,00" DE LATITUD NORTE Y 74° 08' 00,00" DE LONGITUD AL OESTE DE GREENWICH AL CUAL SE LE ASIGNAN LAS COORDENADAS PLANAS Y 74° 08' 00,00" METROS AL ESTE RESPECTIVAMENTE, DATUM OBSERVATORIO ASTRONÓMICO 1000000 METROS NORTE Y 623347,99 METROS AL ESTE RESPECTIVAMENTE, DATUM OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

ESCALA 1 : 200  
 ESCALA GRÁFICA EN METROS

CONVENIONES

- PERFORACIONES IGL (2000)
- PERFORACIONES CONSORCIO CONSTRUCTORES (2004)
- DRENAJE
- CANAL
- SECCION
- CURVA DE NIVEL

ARCHIVO: PLANO D1.DWG  
 PLANO No.: 1  
 CONTENIDO: PLANO No. 9 DEL VANTANO - LOCALIDAD CIUDAD BOUVAR  
 PROYECTO: ELABORACION DE PLANOS DE OBRAS DE PRESERVACION Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS DE PASADIZO INMEDIANTE POR PASADIZO EN MASA  
 INTERVENTORIA: FOPAE  
 ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCTORES  
 FUENTE: LEVANTAMIENTO CONSORCIO CONSTRUCTORES

DIRECCION DE PREVENION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.**

Secretaría  
 GOBIERNO



Secretaría  
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FUENTE: LEVANTAMIENTO CONSORCIO CONSTRUCTORES

ELABORÓ: CONSORCIO CONSTRUCTORES

INTERVENTORIA: FOPAE

PROYECTO: ELABORACION DE PLANOS DE OBRAS PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN STIPOS DE PIESO INMEDIANTE PLANO No. 8

CONTENIDO: BARRIO SAN JUAN DEL VITICHO - LOCALIDAD CIUDAD BOJARÍ

PLANO No.: 2

ARCHIVO: PLANO D2.DWG

CONVENIONES

- CURVA DE NIVEL 2000
- SECCION
- ZANAYA
- DRENAJE

NOTA

LA LOCALIZACIÓN DE LOS SUBDRENES EN LA PLANTA ES APROXIMADA. SU POSICIÓN FINAL SE HARÁ EN OBRA, Y DEBE ESTAR 50 CMS POR ENCIMA DE LA BASE DEL MURO.

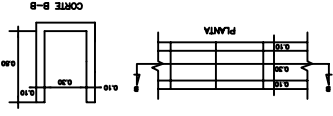


ESCALAS INDICADAS

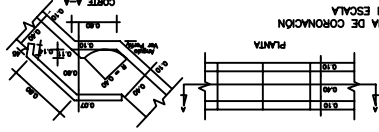
COORDENADAS CON ORIGEN BOGOTÁ CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS 0° 41' 00.00" DE LATITUD NORTE Y 76° 00' 00.00" DE LONGITUD AL OESTE DE GREENWICH AL CUAL SE LE AGREGARON LAS COORDENADAS PLANAS 1000000.000 METROS X EJE Y 620000.000 METROS AL ESTE RESPECTIVAMENTE DATUM ESTADIONARIO ASTROGNÓMICO DE BOGOTÁ PLANO DE PROYECCIÓN UTM 18Q UTM SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

DICIEMBRE DE 2004  
PLANO D2

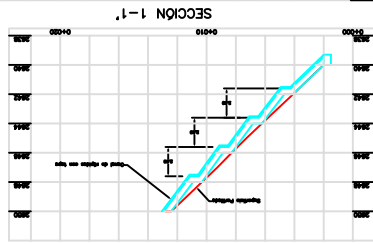
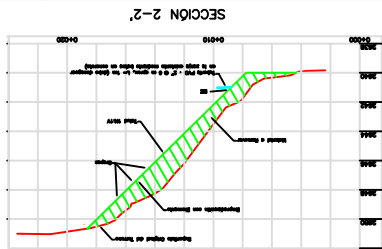
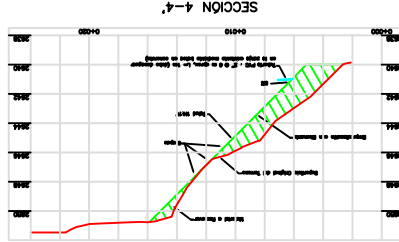
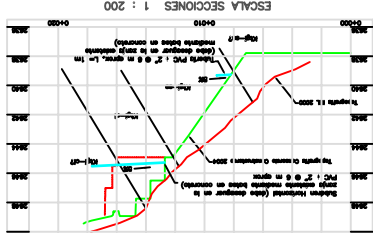
COORTE B-B



DETALLES ZANAY DE CONOMCIÓN SIN ESCALA

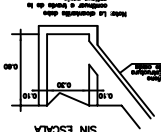


DETALLES CANAL DE RÁPIDA CON TAPAS SIN ESCALA

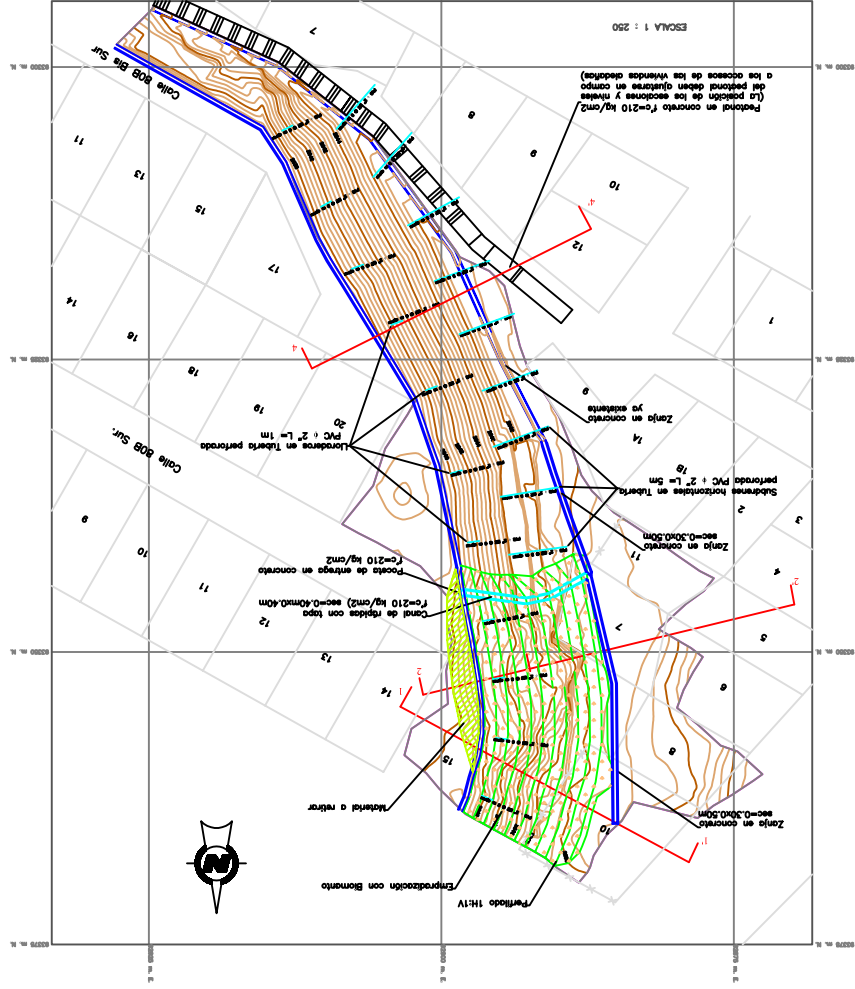
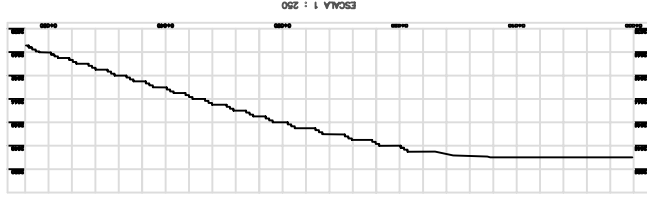


PERFIL LONGITUDINAL DEL CANAL

DETALLE POCETA DE ENTREGA DEL CANAL SIN ESCALA



PERFIL DEL PEATNAL DEL COSTADO SUR



**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO E**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## **ANEXO E**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 9** **SAN JOAQUÍN DEL VATICANO, CIUDAD BOLIVAR**

---

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

#### **2 ESPECIFICACIONES GENERALES**

##### **2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA**

El Fondo de Desarrollo Local de Ciudad Bolívar designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

##### **2.2 SEGURIDAD**

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

##### **2.3 PERSONAL**

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		ANEXO E PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	DICIEMBRE/04
ELABORÓ:	JL	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS - DPAE

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

## **2.4 EQUIPOS**

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

## **2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD**

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Fondo de Desarrollo Local las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

## **2.6 ASPECTOS AMBIENTALES**

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se



debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada y deberá mantener en lo posible las geofomas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

## **2.7 NORMAS GENERALES**

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

## **2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de Proctor modificado, granulometría, densidad de campo y límites de Atterberg para el control de la compactación de rellenos.
- Ensayos de resistencia a la compresión del concreto.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados (malla, varillas).

### **3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO (ITEM 1.1)**

##### **3.1.1 Alcance del Trabajo**

El control topográfico consiste en la localización, nivelación y control permanente de las obras por ejecutar, siguiendo las referencias del proyecto y la previa aprobación de la interventoría, de tal manera que ocupen la posición indicada con relación a las obras existentes y a los accidentes topográficos.

La localización y acotamiento del proyecto se apoyará en los sistemas planimétricos y altimétricos indicados en los planos del proyecto, o en los que indique la interventoría. Durante la construcción se deberá suministrar, establecer y mantener en buen estado las referencias topográficas, estacas y marcas de referenciación que sean requeridas para la adecuada ejecución de los trabajos, y deberá restituir las que se dañen en el curso de las obras.

##### **3.1.2 Ejecución del Trabajo**

El máximo error de cierre admisible para las poligonales o triangulaciones de los levantamientos de replanteo del eje de las vías será de 1:5.000 en distancia, y  $e = aN$ , en ángulo, siendo "N" el número de vértices de la poligonal y "a" la aproximación del aparato. El máximo error de cierre en las nivelaciones expresado en milímetros, será de  $e=24 K$ , siendo "K" la longitud en kilómetros de las líneas de nivelación.

Las carteras de campo serán presentadas a la interventoría para su revisión junto con una (1) copia de los planos, cuadros de cálculos de coordenadas y nivelaciones, secciones transversales, y observaciones a que haya lugar en el transcurso del contrato.

La aprobación por parte de la interventoría a los trabajos topográficos de replanteo de las obras y los datos aproximados de localización dados en los planos de construcción, no releva al Contratista de su responsabilidad sobre los defectos de construcción o incrementos en cantidades de obra, por efecto de errores topográficos de localización y replanteo de las obras.

##### **3.1.3 Medida**

La medida para pago por los conceptos de Control topográfico de las obras será m<sup>2</sup>.

##### **3.1.4 Pago**

Los costos en que incurra el contratista por este concepto se remunerarán de acuerdo al precio unitario establecido para el Item Localización y Replanteo.

Este pago será la compensación total y única que reciba el contratista por los equipos, la mano de obra, los transportes; por los costos de administración, imprevistos y utilidad y por todos los demás costos directos e indirectos para realizar el presente ítem de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

### **3.2 DESCAPOTE (ITEM 1.2)**

#### **3.2.1 Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en la limpieza y el descapote del terreno donde se han de ejecutar las obras, y el retiro de maleza, rastrojo, troncos, raíces y en general toda vegetación existente.

#### **3.2.2 Ejecución del Trabajo**

El descapote se ejecutará en las áreas donde sea necesario y con la debida anticipación a la iniciación de las operaciones de construcción. Los materiales de desecho provenientes de las operaciones de descapote y limpieza se eliminarán en forma aceptable, de manera que no obstruyan los drenajes de las obras ni de las áreas adyacentes, transportándolos a los sitios aprobados por la Interventoría y tomando las medidas de seguridad adecuadas para proteger las zonas vecinas, así como proveer de la protección necesaria para su posterior reutilización en caso de ser necesario.

#### **3.2.3 Medida**

La medida del área descapotada y limpiada se hará en metros cuadrados, medidos sobre la proyección horizontal de la zona demarcada, aproximada al décimo de metro cuadrado.

#### **3.2.4 Pago**

Metro cuadrado (M2).

### **3.3 EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO PARA CONFORMACIÓN DE TALUDES (ÍTEM 2.1)**

#### **3.3.1 Descripción**

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones para el perfilado del talud de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor.

### 3.3.2 Alcance

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y la excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

### 3.3.3 Método y procedimientos de construcción

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

### 3.3.4 Seguridad durante la ejecución

Los taludes se excavarán adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando cualquier causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Las medidas especiales para la protección superficial del talud deberán realizarse en el menor tiempo técnicamente factible.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán por su propia cuenta.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces.

Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

### 3.3.5 Recibo del trabajo, precisión y tolerancias

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la

sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

### 3.3.6 Unidad de pago

Metro cúbico (M3).

### 3.3.7 Medición

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

## 3.4 EXCAVACIÓN MANUAL, RETIRO Y TRANSPORTE (ÍTEM 2.2)

### 3.4.1 Descripción

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones para la construcción de las obras de drenaje de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor.

### 3.4.2 Alcance

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y la excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

### 3.4.3 Método y procedimientos de construcción

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

### 3.4.4 Seguridad durante la ejecución

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de las excavaciones en todo momento y dará cumplimiento a las disposiciones contempladas en las normas laborales y de seguridad.

Antes de emprender obras de excavación deben localizarse líneas de servicios públicos subterráneos y de común acuerdo con el Interventor tomar las medidas del caso.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces.

Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

#### 3.4.5 Recibo del trabajo, precisión y tolerancias

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de dos centímetros (2 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

#### 3.4.6 Unidad de pago

Metro cúbico (M3).

#### 3.4.7 Medición

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas

por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

### **3.5 BIOMANTO (ÍTEM 3.1)**

Consiste en preparar la superficie a proteger, agregar un sustrato rico con materia orgánica, semillas, abono y posteriormente cubrirlo con una fibra natural (Biomanto).

Se recomienda este sistema de protección de taludes en suelos areno-arcillosos con bajo contenido de agregados pétreos. En la fotografía S2-A6-1 se ilustra la aplicación de este sistema. Obsérvese las características de la capa de lodo orgánico aplicado antes del cubrimiento de la superficie.

El material vegetal presenta mayor vigorosidad con respecto a otras sistemas. En caso de altas precipitaciones el sistema es el mas resistente.

#### **3.5.1 Cómo funcionan los biomantos o agrotexiles**

Fundamentalmente son desarrollados para disminuir la incidencia de los principales factores erosivos, favoreciendo el crecimiento de una nueva capa vegetal sin contaminar el medio ambiente.

Una vez instalados de acuerdo con las recomendaciones sobre el tema y como parte de una solución integral de ingeniería en la que la estabilidad de los taludes o de las zonas a tratar este garantizada, los BIOMANTOS y los AGROTEXTILES, realizan el siguiente trabajo:

- Frenan el impacto de las gotas de lluvia, uno de los principales agentes erosivos, estos textiles, de diferentes construcciones detienen por completo o frenan el energía cinética de la gota de agua o del granizo, adicionalmente evitan el salpique una vez ha impactado el agua produciendo que la humedad llegue al suelo sin dañarlo.
- Al cubrir el 100% del área expuesta, neutralizan la acción del viento, el cual no solo levanta partículas de suelo sino que produce resecamiento rápido, muy en contra de los requisitos del componente vegetal.
- Los biomantos, están contruidos de forma que permiten el paso moderado de luz solar facilitando la germinación y el desarrollo de la planta, favorecido a su vez, por la cualidad de retener y liberar humedad, creando un microclima entre el suelo y el textil. El crecimiento de la planta a través del textil asegura a la planta entretanto se ancla al suelo con sus raíces.

Lo anterior esta integrado a una técnica adecuada de selección y utilización y a la oferta de productos complementarios para su instalación, como son las grapas de fijación y el hidrotenedor para mantener agua y favorecer el proceso propiamente de revegetalización, germinación, crecimiento y permanencia vegetal, al mantener agua que entrega a las raíces de las plantas.

### 3.5.2 Recomendaciones

#### 3.5.2.1 Inclinación del talud

Trata del ángulo de inclinación del talud, este debe ser reconfigurado de manera que este liso, libre de protuberancias o depresiones bruscas, se pretende que tenga una forma suave, antes de iniciar el proceso de siembra deberá afeitarse la capa expuesta que puede estar muy alterada o impermeable.

#### 3.5.2.2 Tipo de siembra

##### Lodo Fértil

Técnica que consiste en preparar un lodo que contiene tierra negra (orgánica), material arcilloso, semillas, fertilizantes e hidrotenedor (opcional), con este se enmascara o pañeta toda la cara del talud a revegetalizar y sobre este se instala el AGROTEXTIL (o biomanto). La Formula de preparación del perfil orgánico para cubrir aproximadamente 20 m<sup>2</sup> de talud es: A 1 m<sup>3</sup> de tierra orgánica (puede ser 70% top soil y 30% tierra arcillosa) se adiciona 10 kg de Mulch preparado, proveniente del aprovechamiento forestal, 500 gramos de fertilizante químico tipo NPK y agua suficiente para convertir este sustrato en lodo para el caso de aplicación en pañete (solo en inclinaciones del talud más altas del ángulo de reposo)

##### Instalación del biomanto

Se recomienda colocar el manto de modo que se evite templearlo, se busca que el 100% del área este en contacto íntimo con el suelo, en los AGROTEXTILES se debe hacer traslapeo máximo de 5 cm, para evitar inhibir la germinación.

En la parte superior e inferior el manto de debe enterrar en una pequeña cuneta, haciendo un doblez y anclando con las grapas antes de colocar nuevamente la tierra removida. (Figura 1)

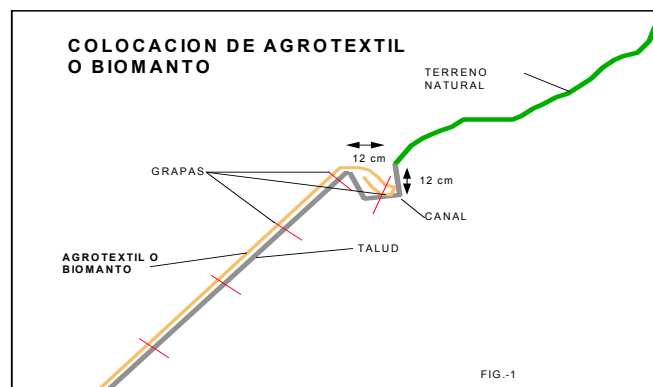
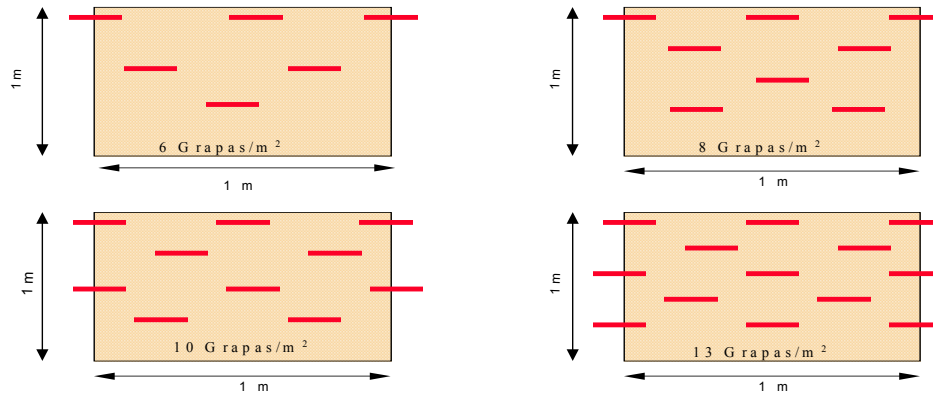


Figura 1. Instalación de manto orgánico (Fuente TexComercial)



### Fijación del manto

Se refiere al numero de grapas por metro cuadrado de manto, se recomiendan grapas adecuadas al tipo de suelo del talud de aproximadamente 5 cm de amplitud pues con esto se consigue que la mayor área de manto quede en contacto intimo con el suelo, y se debe disponer en forma triangular para evitar la formación de canales por entre el manto y el suelo. Figura 2



(Fuente Texcomercial)

Inclinación	No. De grapas / m <sup>2</sup>
Talud < 3:1	6
3:1 < Talud < 2:1	8
2:1 < talud < 1:1	10
Talud > 1:1	13

Figura 2 Disposición de grapas para asegurar el manto

#### 3.5.3 Mantenimiento

El contratista deberá mantener y conservar en perfecto estado las zonas de cobertura vegetal, de acuerdo con estas normas, hasta su entrega y recibo definitivo, la cual no tendrá lugar sino 90 días, por lo menos, después de efectuada la siembra.

Para tal fin deberá aplicar el riego, insecticidas, fertilizantes y cualquier otro material necesario y deberá tomar las medidas apropiadas para impedir su deterioro, por causa de sus propias actividades o por acciones de terceros. Además, el Contratista deberá reparar satisfactoriamente y a su propia costa, cualquier área defectuosa o deteriorada con la aprobación de la Interventoría.

#### 3.5.4 Medidas y pagos

El manto de tejido abierto Biomanto se medirá por el área en metros cuadrados (M<sup>2</sup>) con aproximación a un decimal, efectivamente cubierta y terminada, de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la Interventoría. Las medidas se tomarán en el terreno, paralelamente a la superficie.

El pago se efectuará al respectivo precio unitario del contrato, el cual incluirá la remuneración completa, por el suministro de la malla, abonos, agua y otros materiales, acarreos, siembra y mantenimiento, equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos, y demás gastos necesarios para completar en un todo esta parte de la obra, de acuerdo a los planos y las especificaciones.

### **3.6 CUNETAS PARA DRENAJE SUPERFICIAL (ITEM 4.1)**

#### **3.6.1 Generalidades**

Donde lo muestren los planos o donde indique el Interventor, se construirán cunetas revestidas para drenaje superficial, de la forma y dimensiones mostradas en los planos. Se construirán en sitio, de concreto, colocadas sobre el fondo y paredes de la excavación realizada para el efecto, previo mejoramiento mediante operaciones de compactación de las condiciones de apoyo si a juicio del interventor resultare necesario.

Las cunetas se construirán cuidadosamente con el fin de conseguir alineamientos y pendientes uniformes, con cambios suaves y graduales, según las instrucciones del Interventor. En los planos se indican tentativamente las longitudes y sitios de descarga de las cunetas; sin embargo, será el Interventor quien determinará dichas longitudes y descargas y además las medidas de protección que se requieran en los sitios de descarga para evitar erosión indeseable.

El Interventor podrá exigir la destrucción y reconstrucción de cunetas cuyos alineamientos y/o pendientes no sean satisfactorios o que hayan sido construidas en forma defectuosa. En estos casos se pagarán las cunetas cuando hayan sido reconstruidas a satisfacción del Interventor, sin que haya lugar a reclamos por extensiones de plazo o por los costos de la destrucción o de la remoción de los escombros, costos éstos que serán por cuenta del Contratista.

#### **3.6.2 Materiales**

El diseño de las mezclas que se utilicen, se hará por cuenta del Contratista y bajo su completa responsabilidad; el diseño y control de las mezclas se realizará según la norma ACI-318-77 teniendo en cuenta los tamaños máximos de los agregados que puedan admitir las estructuras y la consistencia que debe tener la mezcla de concreto para que pueda colocarse fácilmente. Se requerirá una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

#### **3.6.3 Unidades de pago**

El pago de los trabajos de cunetas será el metro lineal (ml) y items que la componen, son presentados en el correspondiente cuadro de análisis de precios unitarios, dependiendo también del tipo de sección hidráulica diseñada.

### 3.7 SUBDRENES (ITEM 4.4)

#### 3.7.1 Alcance y Ejecución de los Trabajos

Este trabajo consiste en la elaboración y colocación de subdrenes horizontales en tubería de PVC 2" perforada recubierta de Geotextil NT-1600 que serán colocados mediante perforaciones mecánicas y dirigidas, con las pendientes y demás características indicadas en los planos, ubicados en los sitios propuestos en el diseño u ordenados por el Interventor.

El trabajo incluye la excavación mecánica para la instalación de los filtros, el suministro y la colocación del geotextil y el desecho de materiales sobrantes.

#### 3.7.2 Subdrenes

Los subdrenes se construirán de acuerdo con la sección típica y alineamientos indicados en los planos. Las perforaciones para los subdrenes serán de 3" y se realizarán en los sitios y con las dimensiones y pendientes indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor; y la longitud de las mismas será de acuerdo con los planos de diseño.

El subdren deberá en su extremo final poder descargar las aguas drenadas al canal más cercano.

La tubería de drenaje deberá estar limpia, durable, y aprobadas previamente por el Interventor.

#### 3.7.3 Medida

La medida será el número de metros lineales, aproximado al metro completo, de filtros construidos según lo indicado en los planos, estas especificaciones o lo establecido por el Interventor.

#### 3.7.4 Pago

El pago se hará a los respectivos precios unitarios del contrato por toda obra aceptada a satisfacción del Interventor. El precio cubrirá la construcción de acuerdo con a lo indicado en los planos del proyecto, incluye la perforación y recubrimiento, el transporte de todos los materiales, el equipo utilizado, material sobrante y todos los gastos necesarios para terminar los filtros de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

#### 3.7.5 Ítems de pago

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>
4.4	Subdrenes	ml

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO F**  
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE**  
**PRECIOS UNITARIOS**

**CONSORCIO CONSTRUCTORES**  
**ANEXO G**  
**CRONOGRAMA**

**Punto No. 9 - San Joaquín del Vaticano, Ciudad Bolívar**

CRONOGRAMA DE OBRAS							
ACTIVIDAD	SEMANAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Preliminares							
Excavaciones							
Obras de Control de Erosión							
Obras de Drenaje							