

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE
PUNTOS CRÍTICOS DEL CORREDOR VIAL PANORAMA – LA CUMBRE, EN EL
MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

RENE ALEXANDER PINTO MARTINEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRIA EN GEOTECNIA
BUCARAMANGA

2012

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE
PUNTOS CRÍTICOS DEL CORREDOR VIAL PANORAMA – LA CUMBRE, EN EL
MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

RENE ALEXANDER PINTO MARTINEZ

Trabajo de Grado para optar al título de
Magíster en Geotecnia

Director

WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ
Profesor Asociado UIS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRIA EN GEOTECNIA
BUCARAMANGA

2012

***“A mis padres y amada esposa por su apoyo durante
estos maravillosos años.”***

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1 OBJETIVOS.....	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2 ALCANCES	18
3 ANTECEDENTES.....	20
3.1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA	20
3.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	21
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	26
4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	26
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	26
4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	27
4.4 DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO.....	30
5 GEOLOGÍA.....	32
5.1 GEOLOGÍA REGIONAL	32
5.1.1 Formación Bocas (T Rb)	32
5.1.2 Formación Girón (Jg)	33
5.1.3 Formación Bucaramanga (Qb).....	35
5.1.4 Neis de Bucaramanga (PEb).....	38
5.1.5 Formación Diamante (PCd).....	39
5.1.6 Cuarzomonzonita – Granito y Porfido Cuarzoso (Jrcg)	41

5.1.7	Formación Tiburón (T rpt).	42
5.1.8	Formación Jordán (Jj)	43
5.1.9	Depósitos de flujos de Escombros (Qfe)	43
5.1.10	Depósitos Aluviales (Qal)	44
5.1.11	Depósitos de Coluvión (Qc)	46
5.2	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL	47
5.2.1	Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta	47
5.2.2	Sistema de fallas del Suárez	48
5.2.3	Falla Chimita-Café Madrid (F. C-C. Madrid)	49
5.3	UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES	49
5.3.1	Arenisca de la Formación Girón	50
5.3.2	Areniscas de la Formación Jordán (Ri3)	54
5.4	HIDROGEOLOGÍA	56
5.5	GEOLOGÍA LOCAL	59
6	RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE AL PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS	61
6.1	EXPLORACIÓN MEDIANTE SONDEOS GEOMECÁNICOS	61
6.2	EXPLORACIÓN MEDIANTE APIQUES A CIELO ABIERTO	64
6.2.1	Apique 1	64
6.2.2	Apique 2	65
6.2.3	Apique 3	65
6.3	EXPLORACIÓN GEOFÍSICA	65
7	CARACTERIZACIÓN Y MODELO GEOTÉCNICO	69
7.1	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	69

7.2	NIVEL FREÁTICO	70
7.3	DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO.....	70
7.4	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	70
7.4.1	Ensayos de Laboratorio	71
7.4.2	Valores Típicos Bibliografía de Consulta.....	72
7.4.3	Valores Retro – Cálculo	74
7.5	PERFIL PROMEDIO DE DISEÑO	75
7.6	CLASIFICACIÓN SÍSMICA.....	76
8	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD	78
8.1	ESTADO DEL ARTE.....	78
8.1.1	Análisis de la Estabilidad de Taludes	78
8.1.2	Métodos de Estabilización de Taludes	84
8.2	MODELO Y SOFTWARE UTILIZADO	87
8.3	GEOMETRÍA Y ESTRATIGRAFÍA	87
8.4	ANÁLISIS ESTÁTICO DEL TALUD PREVIO A LA FALLA.....	88
8.5	ANÁLISIS SEUDOESTÁTICO DEL TALUD PREVIO A LA FALLA	89
9	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD	91
9.1	ALTERNATIVA 1: CAMBIO EN LA GEOMETRÍA DEL TALUD Y OBRAS DE DRENAJE.....	91
9.2	ALTERNATIVA 2: CAMBIO EN LA GEOMETRÍA DEL TALUD COMPLEMENTADO CON OBRAS DE DRENAJE Y CONTENCIÓN.....	93
9.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS ...	95
10	CONCLUSIONES	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
	ANEXOS.....	102

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Relación de puntos de afloramientos y aprovechamientos de aguas subterráneas cercanas a la zona de estudio	57
Tabla 2. Resultados Correlación Geofísica Sondeo eléctrico Vertical SEV1.....	67
Tabla 4. Propiedades para clasificación y propiedades básicas por UGS muestreada.....	73
Tabla 5. Parámetros de resistencia por UGS muestreada.....	73
Tabla 6. Parámetros de compresibilidad por UGS muestreada.....	74
Tabla 7. Parámetros de resistencia de roca por UGS muestreada.....	74
Tabla 8. Valores mínimos para análisis seudoestático en Taludes.....	76
Tabla 9. Métodos de Equilibrio Límite comúnmente empleados.....	80
Tabla 10. Relación de Métodos de Círculos y Dovelas para el Análisis de Estabilidad en Taludes.....	82
Tabla 11. Métodos Numéricos empleados para Análisis de Estabilidad de Taludes.	83
Tabla 13. Métodos Empleados para la Estabilización de Taludes.....	85
Tabla 14 Clasificación de la Amenaza según en FS.....	95
Tabla 15. Tabla Resumen Comparativo Alternativas de Solución.....	96
Tabla 16. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos.....	96

LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

Ilustración 1. Construcción de obras de subdrenaje vía Panorama – La Cumbre, año 2007.....	22
Ilustración 2. Corona del deslizamiento, fotografía tomada de vanguardia liberal (Noviembre 2010)	23
Ilustración 3. Corona del deslizamiento, fotografía tomada de vanguardia liberal septiembre 2011.	23
Ilustración 4. Evolución del movimiento en masa. Imagen aérea año 2002.	24
Ilustración 5. Evolución del movimiento en masa. Imagen aérea año 2005.	24
Ilustración 6. Evolución del movimiento en masa. Imagen aérea año 2011.	25
Ilustración 7 Localización del Proyecto.	26
Ilustración 8. Recorrido en Planta y Perfil Longitudinal de la vía.	27
Ilustración 9. Localización Zona Inestable.	28
Ilustración 10. Localización de Puntos Críticos en el Corredor Vial.	28
Ilustración 11. Detalle Punto Crítico 1.....	29
Ilustración 12. Detalle Punto Crítico 2.....	30
Ilustración 13. Esquema estructural del Departamento de Santander,.....	47
Ilustración 14. Mapa a partir de MDT donde se aprecia la expresión morfoestructural de los sistemas de Falla Bucaramanga - Santa Marta y Suárez - Río de Oro.	48
Ilustración 15. Formación Girón, roca diaclasada y fracturada en la vía a Floridablanca frente al colegio Metropolitano del Sur, municipio de Floridablanca.	50
Ilustración 16. Formación Girón, roca fracturada y diaclasada con alto ángulo de buzamiento. Barrio La Cumbre, municipio de Floridablanca.....	51
Ilustración 17. Formación Girón, con grado de meteorización moderado a alto. Altos de Bellavista, municipio de Floridablanca.	51

Ilustración 18. Intercalaciones de estratos de areniscas y lodolitas de la Formación Girón. Sector de Bavaria, Vía Chimitá - Café Madrid, municipio de Bucaramanga.	52
Ilustración 19. Formación Girón afectada por fallamiento y suprayacida por suelos del miembro Órganos. Vía Bucaramanga – Café Madrid, sector tanques de agua brisa y el Barrio Villa Alegría I, municipio de Bucaramanga.....	53
Ilustración 20. Formación Jordán, areniscas de grano fino intercaladas con limolitas. Vía transversal oriental, parqueadero de Unitransa, municipio de Floridablanca.	55
Ilustración 21. Formación Jordán, areniscas de grano medio intercaladas con limolitas en la vía al barrio Panorama, municipio de Floridablanca.....	55
Ilustración 22. Mapa localización de puntos de afloramientos y aprovechamientos de aguas subterráneas cercanas a la zona de estudio.....	58
Ilustración 23. Modelo hidrogeológico Acuífero La Cumbre (Floridablanca) Propuesto por CDMB.....	59
Ilustración 24. Afloramientos de areniscas, intercaladas con limolitas, pertenecientes a la Formación Girón.....	60
Ilustración 25. Localización de Sondeos Exploratorios.....	62
Ilustración 26. Detalle Sondeo Exploratorio No. 1.....	63
Ilustración 27. . Detalle Sondeo Exploratorio No. 2.....	63
Ilustración 28. Localización y distribución espacial de los apiques en la zona de estudio.	64
Ilustración 29. Configuración Método de Schlumberger.	66
Ilustración 30. Grafico resultados SEV1.	66
Ilustración 31. Localización SEV 1 en la zona de estudio.....	67
Ilustración 32. Resumen Localización Plan de Exploración del Subsuelo.	68
Ilustración 33. Esquema de Método de Análisis Círculos y Dovelas.....	81
Ilustración 34. Ejemplo de Modelación Dinámica de Caído de Rocas.....	84
Ilustración 35. Perfil Longitudinal A-A.	88
Ilustración 36. Análisis Estático del Talud previo a su falla.....	89

Ilustración 37. Análisis Seudoestático del Talud previo a su falla.....	90
Ilustración 38. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 1, condición Estática.	92
Ilustración 39. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 1, condición Seudoestática.	92
Ilustración 40. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 2, condición Estática.	94
Ilustración 41. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 2, condición Seudoestática.	94

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO A: SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	103
ANEXO B: APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	153
ANEXO C: CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.....	172
ANEXO D: PLANOS DE CONSTRUCCIÓN.....	174

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DEL CORREDOR VIAL PANORAMA – LA CUMBRE, EN EL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA *

AUTOR: RENE ALEXANDER PINTO MARTINEZ**

PALABRAS CLAVES: análisis, estabilidad, estabilización, vía, Panorama, Cumbre.

CONTENIDO:

La combinación de factores como el relieve, la geología, la historia tectónica, los regímenes de lluvia y la erosión, generan inestabilidad en los taludes. Para el caso de la infraestructura vial, la inestabilidad de los taludes y su falla, causan pérdidas de vidas humanas e importantes impactos económicos.

El presente trabajo de aplicación, busca analizar y plantear soluciones a los problemas de inestabilidad en los Puntos Críticos del Corredor Vial Panorama – La Cumbre, del municipio de Floridablanca, y de esta forma coadyuvar a la adecuada operación de esta importante vía local.

Para tal fin se adelantaron las actividades de recopilación y análisis de la información topográfica y de exploración geotécnica; la caracterización físico-mecánica de los materiales, determinado los parámetros de resistencia de los suelos; el modelamiento del problema, estableciendo el grado de estabilidad a través de la evaluación del factor de seguridad; el planteamiento y análisis de alternativas de solución para la estabilización del talud; la evaluación de las alternativas y proponer la solución más conveniente.

De acuerdo con los análisis realizados, se concluye que el corredor vial, se ve afectado por un fenómeno de remoción en masa clasificado como movimiento lento de ladera retrogresivo y rotacional, generado por el desplazamiento del coluvión sobre el estrato gravoso. Este fenómeno es incrementado por la infiltración del agua lluvia y la presencia de aguas subterráneas posiblemente provenientes del Acuífero Semiconfinado de La Cumbre.

Las obras planteadas para la mitigación del movimiento en masa se enfocan en aumentar la resistencia del suelo por medio de subdrenajes; disminuir los esfuerzos actuantes en el talud a través del cambio de su geometría tendiendo éste a un ángulo menor y la remoción de la masa deslizada; y el aumentar los esfuerzos de confinamiento a través de obras de contención (muros de gravedad y pilotes).

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Maestría en Geotecnia. Director: Prof. Wilfredo Del Toro Rodriguez.

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS OF STABILITY AND DESIGN OF STABILIZATION WORKS OF CRITICAL POINTS OF THE PANORAMA – LA CUMBRE ROAD, IN THE MUNICIPALITY OF FLORIDABLANCA *

AUTHOR: RENE ALEXANDER PINTO MARTINEZ**

KEYWORDS: analysis, stability, stabilization, road, Panorama, Cumbre.

CONTENTS:

The combination of factors such as topography, geology, tectonic history, rainfall patterns and erosion, generate slope instability. In the case of road infrastructure, the slope instability and failure, causing loss of life and significant economic impacts.

This application work seeks to analyze and propose solutions to the problems of instability in the road Panorama – La Cumbre in the municipality of Floridablanca, contributing to the proper operation of this important local route.

For this purpose were ahead the activities of collection and analysis of topographic information and geotechnical exploration; physical-mechanics characterization of materials, determining the soils strength parameters; the modeling of the problem, establishing the degree of stability through the evaluation of the safety factor; the approach and analysis of alternative solutions for the stabilization of the slope; the evaluation of alternatives and propose the most suitable solution.

According to the analyses carried out, it concludes that the road is affected by a phenomenon of landslides classed as rotational and retrogressive hillside slow movement, generated by the displacement of the colluvium over the burdensome stratum. This phenomenon is increased by the infiltration of water rain and the presence of underground waters possibly coming from the semi confined aquifer of La Cumbre.

The works proposed for the landslide mitigation focuses on increases the soil strength through sub drains; reduce the acting efforts on the slope by changing its geometry laying it to a lower angle and removing the slid mass; the increases of confinement efforts through containment works (gravity walls and piles).

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Maestria en Geotecnia. Director: Prof. Wilfredo Del Toro Rodriguez

INTRODUCCIÓN

En general, la combinación de factores como el relieve, la geología, la historia tectónica, así como el los regímenes de lluvia y la erosión a la que ha estado sometida una zona, generan falla en los taludes.

Para el caso de la infraestructura vial, la inestabilidad de los taludes y su consecuente falla, causan pérdidas de vidas humanas e importantes impactos económicos, tal como lo ha vivido el país especialmente en los últimos años.

Por lo tanto, se requiere realizar los estudios y diseños necesarios, en búsqueda de adelantar la intervención de los puntos críticos existentes sobre la infraestructura vial, garantizando la conectividad de las regiones, y a los usuarios la seguridad y confort que se requiere.

El presente trabajo de aplicación, busca analizar y plantear soluciones a los problemas de inestabilidad en los Puntos Críticos del Corredor Vial Panorama – La Cumbre, del municipio de Floridablanca, y de esta forma coadyuvar a la adecuada operación de esta importante vía local.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del Trabajo de aplicación consiste en el análisis de estabilidad y diseño de las obras necesarias para la estabilización de Puntos Críticos del Corredor Vial Panorama – La Cumbre, en el municipio de Floridablanca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y analizar la información correspondiente a los trabajos topográficos, de campo y de exploración geotécnica requeridos para la caracterización del talud objeto del estudio.
- Realizar la caracterización físico – mecánica de los materiales presentes en el talud, determinando los parámetros de resistencia de los suelos existentes.
- Realizar el modelamiento del problema, estableciendo el grado de estabilidad a través de la evaluación del factor de seguridad.
- Plantear y analizar alternativas de solución para la estabilización del talud.
- Evaluar las alternativas de solución desde el punto de vista técnico – económico y proponer la solución más conveniente.

2 ALCANCES

Los alcances del Proyecto de Aplicación son los siguientes, sin que en ellos se limite el logro del objetivo general del Trabajo de Grado.

- Descripción del Proyecto.

Apoyados en una vista de campo y la información disponible, se hará una descripción general del sitio inestable y de su zona de influencia.

- Diagnostico Geotécnico.

Como resultado del reconocimiento de la zona, se establecerán las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identificará el problema de tal forma que se pueda establecer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad y a partir de éstos, definir un programa de actividades que conduzcan a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

- Recopilación y análisis de información correspondiente al Plan de Exploración del Subsuelo y Ensayos.

Se recopilara y analizara la información correspondiente al plan de exploración del subsuelo y ensayos, desarrollado por la firma Construsuelos Ltda en el marco del contrato 7536-04 de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (C.D.M.B), con el fin de determinar las características físicas y parámetros de resistencia requeridos para llevar a cabo el análisis de estabilidad del talud.

- Análisis de Estabilidad y/o Estabilización.

Esta etapa tiene como objeto realizar el estudio geotécnico, que defina el comportamiento mecánico de la masa en movimiento, que conduzca a la

determinación del grado de estabilidad, mediante la evaluación del factor de seguridad, en el caso de que el mecanismo de falla permita dicho análisis.

Con base en lo anterior, se recomendarán las obras de estabilización definiéndose sus características morfológicas y geométricas, de tal manera que permitan su construcción.

- Planteamiento de Propuestas de Solución.

Se plantearán diferentes propuestas de solución para el sitio de inestabilidad identificado, y propondrá desde el punto de vista técnico y económico, la alternativa más viable.

- Conclusiones y Recomendaciones.

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos, se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se estime conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objeto del Proyecto de Aplicación.

3 ANTECEDENTES

3.1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Para el desarrollo del presente estudio, fue consultada la información disponible en las entidades públicas y privadas, especialmente la siguiente documentación técnica:

- Mapa geológico del departamento de Santander de INGEOMINAS, año 1999, escala 1:300000.
- Mapa Geológico del Atlas Geológico Digital de Colombia, plancha 5-06, escala 1:500.000 y sus Memorias, elaborado por el INGEOMINAS en el año 2007.
- Estudio de Suelos conexión vial Bucarica – Panorama, Floridablanca, INGENIERIA DE SUELOS, 1994.
- Estudio Geotécnico y Diseño Deslizamiento Ladera del Barrio La Cumbre (Barrios el Carmen y Villa Alcázar) Floridablanca. INGENIERA DE SUELOS, 2001.
- Memorias Asesoría de Prospección Geofísica y Estudio Hidrogeológico en la Zona del Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta. Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga – Universidad Industrial de Santander, 2003.
- Estudio Geotécnico, Diseño de Pavimento flexible y Obras de Estabilización – Conexión Vial Bucarica Panorama (Floridablanca). GEOTECNOLOGIA LTDA, 2006.

- Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. INGEOMINAS, 2007
- Estudio Geotécnico Preliminar Deslizamiento Conexión Vial Bucarica Panorama. GEOTECNOLOGIA LTDA, 2009.
- Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre; b) Colegio Microempresarial del barrio El Carmen; c) Colegio Microempresarial del Barrio Villaluz; d) Colegio Isidro Caballero del Barrio La Castellana; del municipio de Floridablanca. COSTRUSUELOS Ltda., 2011.

3.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Consultando los estudios geotécnicos realizados por GEOTECNOLOGÍA LTDA. para el corredor vial, se encuentra evidencia de actividad del deslizamiento desde el año 1976. Los primeros trabajos de estabilización del talud, se adelantaron en los años 80, en el marco del desarrollo de las obras de construcción del Barrio Bucarica en el municipio de Floridablanca.

Al realizar análisis comparativo de imágenes aéreas, se observa actividad del deslizamiento hacia el año 2002, el cual se concentraba en la parte baja del talud.

Hacia principios del año 2005, se presenta reactivación del deslizamiento, propiciado por las lluvias extraordinarias ocurridas en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Este movimiento fue de mayor extensión al de los años anteriores, evidenciando un comportamiento rotacional, retrogresivo. En ese año se adelantaron obras con el fin de estabilizar el talud y controlar el movimiento en masa, concentradas en mejorar las condiciones de drenaje, las cuales disminuyen el movimiento en el talud.

GEOTECNOLOGÍA LTDA en su estudio del 2009, relata que hacia el mes de Octubre del año 2007, se detecta reactivación del deslizamiento afectando las obras de contención de la calzada y manifestándose con agrietamientos en la estructura del pavimento. En ese mismo año durante la construcción de un sistema de drenes de penetración en el costado oriental de la zona inestable, se observó que estas laderas se encuentran en condición saturada, y teniendo en cuenta los altos caudales que se observaron en campo, se concluye que uno de los factores de mayor importancia en la estabilidad de esta ladera es la presencia de corrientes de agua subterránea provenientes del acuífero semiconfinado del barrio la cumbre.

Ilustración 1. Construcción de obras de subdrenaje vía Panorama – La Cumbre, año 2007.



Fuente: Informe Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre. CONSTRUSUELOS LTDA 2011.

Posteriormente, y a causa de la temporada de lluvias que afectó gran parte del país, en el año 2010 el movimiento en masa se reactiva e intensifica, generando

grietas de tensión que muestran un desplazamiento tanto vertical como horizontal con valores entre 1.0 y 1.5m.

Ilustración 2. Corona del deslizamiento, fotografía tomada de vanguardia liberal (Noviembre 2010)



Fuente: Vanguardia Liberal.

El deslizamiento permaneció activo, hasta el inicio de las obras de estabilización contratadas por la Gobernación de Santander y que actualmente se encuentran en ejecución.

Ilustración 3. Corona del deslizamiento, fotografía tomada de vanguardia liberal septiembre 2011.



Fuente: Vanguardia Liberal.

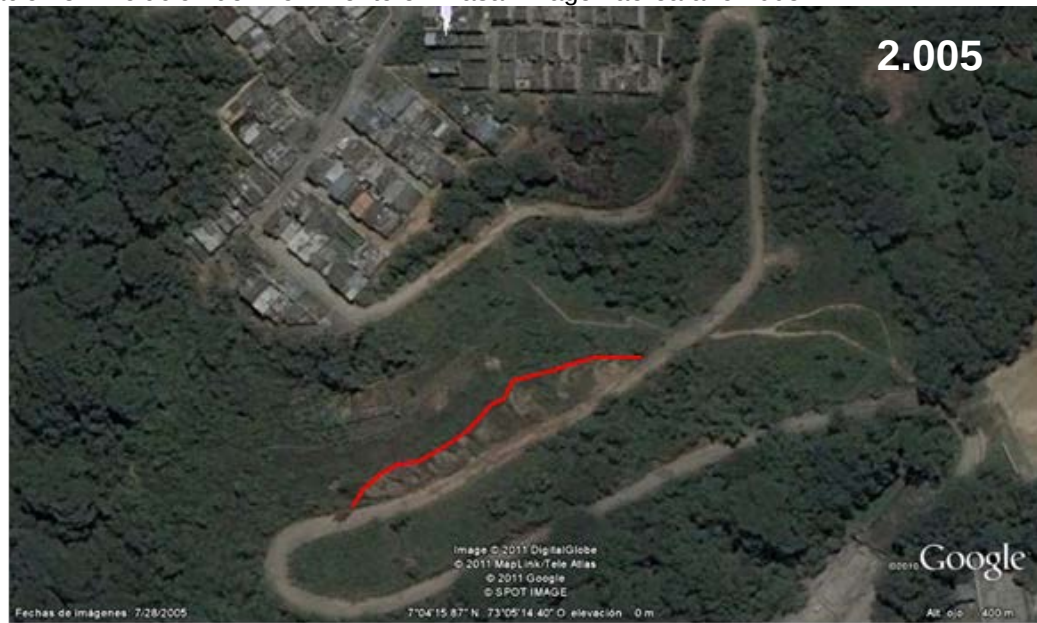
En la siguiente secuencia de imágenes aéreas, se muestra la evolución del movimiento en masa.

Ilustración 4. Evolución del movimiento en masa. Imagen aérea año 2002.



Fuente: Google Earth.

Ilustración 5. Evolución del movimiento en masa. Imagen aérea año 2005.



Fuente: Google Earth.

Ilustración 6. Evolución del movimiento en masa. Imagen aérea año 2011.



Fuente: Google Earth.

En la imagen del año 2011, se observa que el deslizamiento presenta dos coronas principales, una sobre la vía superior a la llegada al barrio la Cumbre que afecta calzada y otra sobre la parte media de la ladera. Asimismo, en el pie del deslizamiento se observa acumulación de material proveniente del deslizamiento obstruyendo la calzada y falla de la estructura de contención existente. La anterior situación ha generado cierre total de la vía impactando la movilidad del sector.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se localiza en el Casco Urbano del municipio de Floridablanca y el Corredor Vial conecta los barrios Panorama – La Cumbre y Bucarica.

Ilustración 7 Localización del Proyecto.

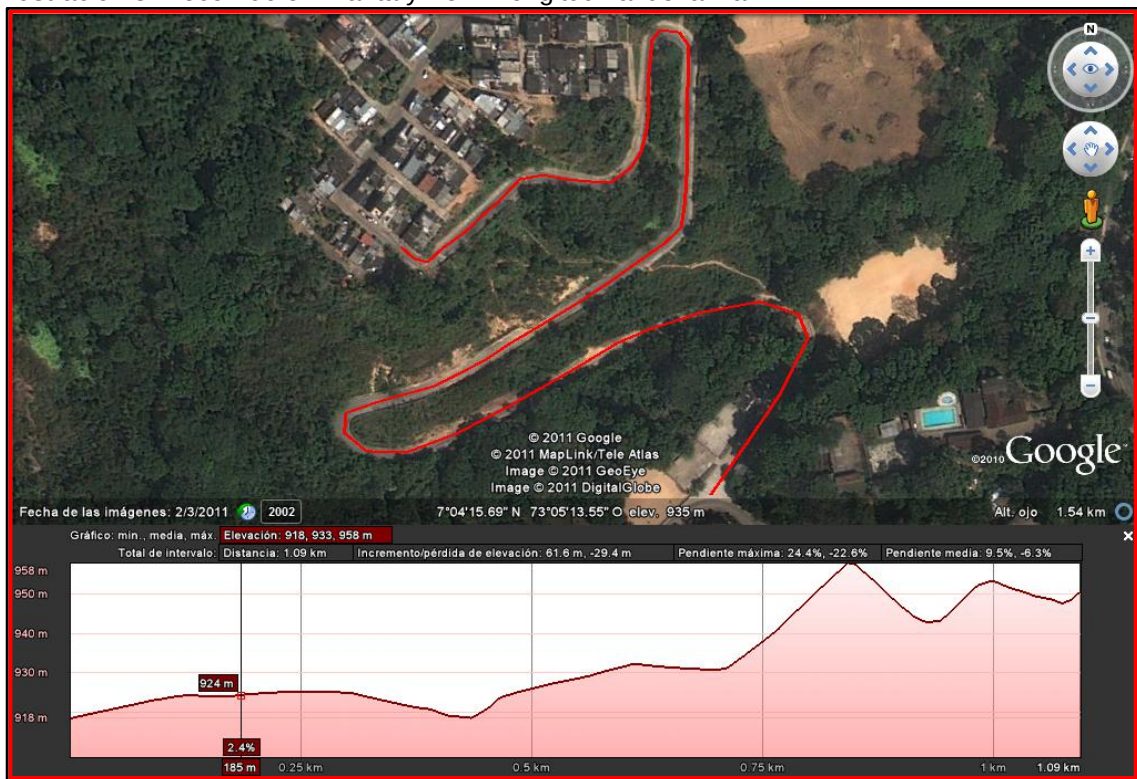


Fuente: Elaboración propia, imagen tomada de Google Earth.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El corredor vial, caracterizado por una calzada sencilla bidireccional, tiene una longitud aproximada de 1.100 m y transcurre por la formación Girón. Su pendiente longitudinal promedio es del 9%.

Ilustración 8. Recorrido en Planta y Perfil Longitudinal de la vía.

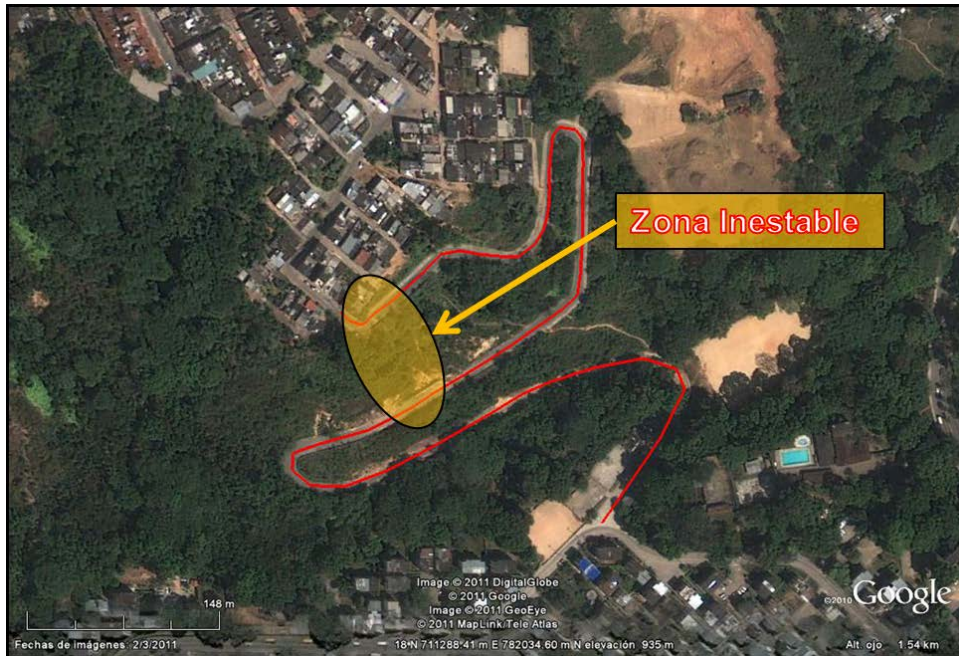


Fuente: Elaboración propia, imagen tomada de Google Earth.

4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

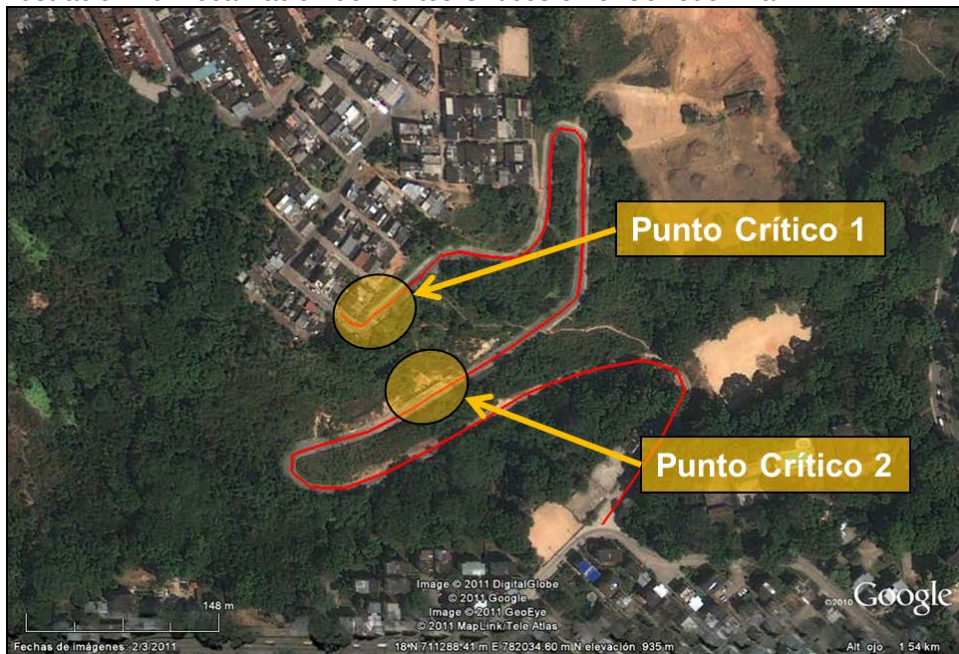
El sector occidental del corredor vial se ve afectado por fenómenos de remoción en masa, posiblemente a causa de reactivación de antiguos deslizamientos como consecuencia del tránsito vehicular y la saturación del suelo. Como consecuencia se presentan principalmente 2 puntos críticos, los cuales han ocasionado daños en la calzada y cierre total del corredor vial.

Ilustración 9. Localización Zona Inestable.



Fuente: Elaboración propia, imagen tomada de Google Earth.

Ilustración 10. Localización de Puntos Críticos en el Corredor Vial.



Fuente: Elaboración propia, imagen tomada de Google Earth.

Punto Crítico 1.

El Punto Crítico 1 se localiza en la parte superior de la ladera, y en él se refleja superficialmente la corona del deslizamiento, generando daño en la estructura de contención de talud inferior de la vía y cierre de la calzada.

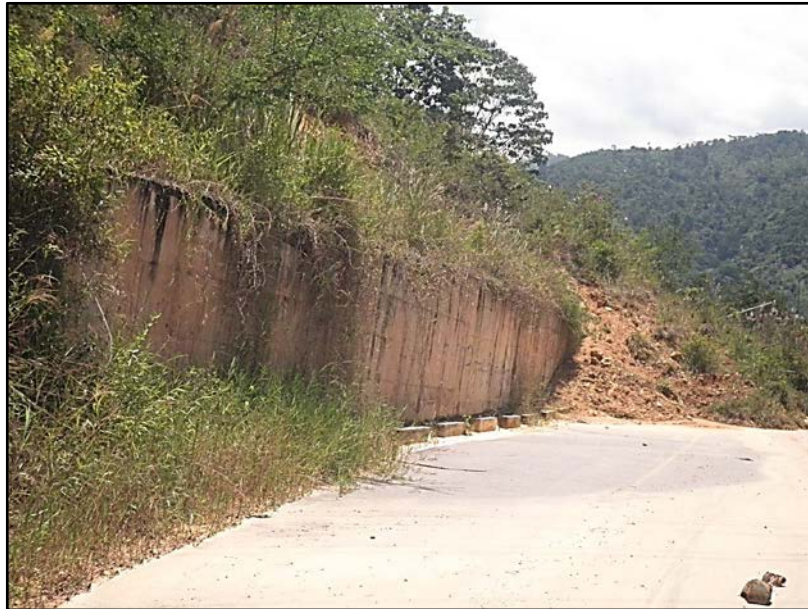
Ilustración 11. Detalle Punto Crítico 1.



Punto Crítico 2

El Punto Crítico 2 se encuentra aproximadamente a 60 metros siguiendo la línea del deslizamiento del Punto Crítico 1. Se observa falla (cabeceo) de la estructura de contención del talud superior de la vía, y acumulación de material transportado en la calzada. En este punto se encuentra el pie del deslizamiento.

Ilustración 12. Detalle Punto Crítico 2.



4.4 DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO

Como se mencionó anteriormente, el movimiento en masa fue detectado entre los años 70 y 80 del siglo pasado, y se ha reactivado en varias ocasiones los últimos diez años, especialmente a causa de periodos con alta intensidad de lluvias, como se evidenció en los años 2005 y 2010.

Entre los años 2007 y 2011 la rata del movimiento aumentó, como consecuencia dela falla de las estructuras de contención construidas con el corredor vial.

En la actualidad, el deslizamiento de tipo rotacional, retrogresivo y de velocidad lenta, cubre una extensión de 4.000 m². Sobre la parte baja de la ladera, este

movimiento afecto un muro de contención y parte de la calzada en un tramo aproximado de 90.0 metros de longitud. Sobre la parte alta el movimiento afecto la banca de la vía en un tramo aproximado de 50.0m metros. La anterior situación repercutió en el cierre total de la vía.

Haciendo un análisis con la información disponible de las características hidrogeológicas del sector, el comportamiento de las laderas perimetrales del barrio La Cumbre, sobre la cual se encuentra el corredor vial, podría estar influenciado por la presencia de aguas subterráneas provenientes del acuífero de La Cumbre.

Esta hipótesis se sustenta en los niveles freáticos reportados en las exploraciones de campo y los niveles freáticos encontrados durante la construcción de subdrenes de penetración en la ladera, ejecutados en el año 2007. Adicionalmente en estudios de la CDMB (2002), se muestra un cambio en la litología en el sector, en donde se pasa de las arcillolitas poco permeables de la formación Jordán, a las intercalaciones de areniscas y limolitas de características más permeables de la formación Girón. Este cambio en la litología, influye en que flujos de agua subterránea afloren sobre estas laderas.

La presencia de corrientes de agua subterránea provenientes del acuífero semiconfinado del barrio la cumbre, sumado a temporadas de intensas y prolongadas lluvias y a la presencia de un coluvión antiguo conformado por arenas arcillosas y arcillas de baja a media plasticidad, produce el coluvión se sature, generando una disminución de los parámetros de resistencia al cortante debido al aumento de la presión de poros y posterior disminución de los esfuerzos efectivos.

Por lo anotado, el manejo y control de aguas subterráneas y de escorrentía se hace imprescindible con el fin de buscar la estabilidad de la ladera y del corredor vial que por ella transcurre.

5 GEOLOGÍA

En el presente Capítulo se muestran los aspectos geológicos, con el fin de caracterizar la zona objeto del estudio,

5.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La presente descripción de la Geología Regional correspondiente a la zona del análisis, se base en el estudio Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta (2007).

5.1.1 Formación Bocas (T Rb)

Definida por Dickey (1941), como la Serie Bocas. Ward et al. (1973), le dan el nombre de formación Bocas. La sección tipo se localiza en el sector comprendido entre Puente Tierra y la inspección de Bocas, por la carretera a Rionegro (Tomado de Ward et al., 1973). Estas rocas afloran hacia el oriente de las montañas de los Angelinos y hacia el norte, en la confluencia de los ríos De Oro y Suratá. Sobre esta unidad se encuentra ubicado el barrio El Pablón y está en contacto fallado con las formaciones Girón, Tiburón y Floresta.

Esta formación esta constituida por limolitas calcáreas, de grano fino, de colores gris verdoso y pardo rojizo, ocasionalmente en capas de 1m de espesor; también contiene limolitas grises verdosas, calcáreas, delgadas, con nódulos calcáreos grises de 4 mm de diámetro, conglomerados con cantos redondeados, calizas grises y cuarzo en una matriz arenosa calcárea (Ward et al., 1973).

Al oriente del cerro los Angelinos, y al norte de la confluencia de los ríos de Oro y Suratá, se presentan estratos de areniscas calcáreas de grano fino a medio, de colores pardo, rojizo y crema, intercalados con capas de conglomerados arenosos, de color verde, con guijos calcáreos hasta de 1 cm de diámetro;

también se observan areniscas pardas con nódulos calcáreos de 1 cm de diámetro.

Esta unidad además presenta conglomerados polimícticos con espesores que varían entre 15 y 20 m, de colores gris verdosos, duros, masivos, con gránulos y guijos subredondeados a subangulares de caliza gris, shale gris oscuro, feldespato y cuarzo, con tamaños que varían de 2 mm en promedio hasta 10 mm, incluidos dentro de una matriz arenosa, calcárea, gris verdosa.

Se observan areniscas de grano grueso a conglomeráticas, pardo verdosas, con granos subangulares a subredondeados compuestos por cuarzo y feldespato principalmente que conforman el 70% de la roca. La matriz es del 20% y el cemento silíceo es del 10%. Su espesor varía de 1 a 3 m. Presenta niveles de arcillolitas ligeramente duras a físis, de colores gris verdoso a gris azulado, silíceas, ligeramente calcáreas, con pirita, micas y restos de plantas. Sus espesores varían entre 6 y 8 m. Se aprecian también, limolitas ligeramente calcáreas, gris verdosas a pardo rojizas, con pequeñas concreciones de hasta 1 cm, calcáreas, de color gris a negro, arcillosas, micáceas, masivas, de dureza media a alta, con espesores entre los 7 y 20 m.

Según Ward et al. (1973), el espesor de esta unidad es de aproximadamente 590 m. Esta formación infrayace a la formación Jordán en contacto transicional. Ward et al. (1973) por criterios estratigráficos le asignan una edad Triásica.

5.1.2 Formación Girón (Jg)

Descrita inicialmente por Hettner (1892) como “Girón Series” en Ward et al. (1973). Esta unidad se presenta separada del Macizo de Santander por el sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta; es decir que aflora al occidente de dicha estructura.

Estratigráficamente infrayace la formación Tambor y suprayace la formación Jordán. Las mayores exposiciones ocurren en la margen izquierda del río de Oro, en el cerro de Palonegro, sobre la vía que comunica con el aeropuerto, donde consta de conglomerados y areniscas de color amarillo-naranja alternando con capas de lodolitas rojas violáceas.

En la sección tipo, Cediel (1968) midió un total de 4650 m; la dividió en 7 facies litológicas que en general están constituidas por areniscas de grano grueso, con intercalaciones de areniscas conglomeráticas y capas rojas interestratificadas de limo lita y arcillolita, en estratos hasta de 1 m de espesor, areniscas de grano grueso, conglomeráticas, grises claras, con estratificación cruzada y areniscas rojizas, de grano medio a grueso. Las capas conglomeráticas contienen guijos de cuarzo y calizas hasta de 4 cm de diámetro.

Al occidente del río de Oro se presenta en estratos gruesos con intercalaciones de conglomerados, areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada y areniscas de grano grueso a medio, cuarzofeldespáticas, de colores crema, verde y rojo. También se observan intercalaciones de lodolitas masivas, violáceas, con bajo contenido de micas.

Sobre el talud derecho de la autopista Floridablanca a Piedecuesta, correspondiente a la base de la ladera de la Mesa de Ruitoque, conforma una faja alargada de dirección aproximada norte-sur, caracterizada por la alternancia de estratos muy duros de conglomerados, hasta de 3 m de espesor, capas de arenisca dura de 0.8 a 2 m de espesor y niveles blandos de lutitas violáceas hasta de 2.5 m. Las areniscas presentan estratificación cruzada y gradación, pasando desde grano fino, medio, grueso a conglomeráticas, su color es café claro. Los conglomerados se componen en su mayor parte de cantos de cuarzo, chert y riolita.

La orientación de la estratificación varía entre N5°E/50W y N5°W/60°W; se destacan tres juegos de diaclasas: N5°W/50°E; N60°W/40°S; N80°E/60°N.

Afloramientos esporádicos de la formación Girón aparecen en la parte baja de las quebradas que llegan del escarpe occidental del Abanico de Bucaramanga hacia el río de Oro. Se caracterizan por ser capas competentes de conglomerados, areniscas verdosas y rojizas, intercaladas con lodolitas violáceas masivas.

Ward et al., (1973) le asigna una edad Jurásica a esta unidad litológica.

5.1.3 Formación Bucaramanga (Qb)

Conformada de base a techo por los miembros Órganos (Qbo), Finos (Qbf), Gravoso (Qbg) y Limos Rojos (Qblr).

- a) Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). Esta es la unidad más potente de la formación Bucaramanga, estimándose que su espesor podría superar los 180 m.;

De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, con alternancia de capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952), describe niveles lenticulares limoarenosos, con espesores de hasta 5 m.

Los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, clasto-soportados y grano soportados, dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15 m. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 m de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de

fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceos de color amarillo hasta rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a subredondeadas, esfericidad baja a media y mala selección. Los niveles gravosos presentan matriz arcillosa, pardo amarillenta, con algunas variaciones a gris amarillento. Los niveles finos corresponden a arcillas arenosas y arenas arcillosas compactas, de consistencia firme, ligeramente micáceas, con trazas de materia orgánica.

- b) Miembro Finos (Qbf). Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigáficamente entre el miembro Órganos y el miembro Gravoso, en contactos netos plano paralelos.

La secuencia del miembro Finos se puede dividir en dos conjuntos:

- 1) Conjunto Arcilloso: Localizado hacia la base, se caracteriza por ser arcillolimoso, masivo, de colores grises a verdes, con estratificación plana paralela, en donde el espesor varía ampliamente, como en el barrio el Porvenir (9 m) y cuchilla de Palomitas (2 m).
- 2) Conjunto Arenoso: Se localiza hacia el techo, donde muestra una alternancia de niveles arenolimosos con niveles limoarenosos feldespáticos, de colores amarillento a pardo amarillento. Hacia la base de este conjunto predominan costras y un nivel arcilloso pardo oscuro. En la cuchilla Palomitas solo se observan las arcillas grises a verdes en contacto erosivo con el suprayacente miembro Gravoso (Qbg).

En el barrio Malpaso, el miembro Finos, muestra niveles arenosos abigarrados, con un nivel intermedio de base conglomerática, suprayaciendo un nivel arcillo arenoso.

- c) Miembro Gravoso (Qbg). Ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la quebrada La Iglesia, en los alrededores de los barrios Lagos del Cacique, Diamante II y San Luis. Otras secciones importantes se localizan en los barrios La Cumbre, La Feria, Polvorines, Do n Bosco y la vía a Café Madrid.

Los cantos son en su mayor parte de tamaño grava, con diámetro promedio de 15 cm y bloques de roca en menor cantidad hasta de 0,8 m de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. Están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas violáceas de las formaciones Girón y Jordán.

La matriz es de composición cuarzo feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión. Su espesor varía entre 8 y 30 m, presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos.

En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el miembro Finos es neto, continuo y suavemente ondulado; y el contacto superior con el miembro Limos Rojos es gradacional (Niño y Vargas, 1992).

- d) Miembro Limos Rojos (Qblr). Nivel definido por Julivert (1963). Este miembro se localiza en el sector urbanizado de Bucaramanga, aunque no en forma uniforme, y se continúa hacia el sur, hasta el sector norte del municipio de Floridablanca.

Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados.

Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de lodos combinados con caídas de bloques de la pendiente del macizo.

5.1.4 Neis de Bucaramanga (PEb)

Nombre propuesto por Goldsmith y otros (1971 en Ward et al., 1973), para el conjunto de rocas cristalinas de edad Precámbrico que aflora al oriente del Área Metropolitana de Bucaramanga. Se localiza al oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, siendo su límite occidental fallado en dirección N30°W; de acuerdo a Mancera y Salamanca (1993), los mejores afloramientos se encuentran al oriente del cementerio Las Colinas, el barrio Pan de Azúcar, sobre la vía que conduce a las antenas de RCN, al oriente del barrio Los Alares y en el carretable de la vereda Vericute (municipio de Floridablanca).

Esta unidad consta de rocas metamórficas de alto grado, con fábrica orientada y textura gruesa a media. Entre Floridablanca y Piedecuesta la foliación tiene orientación variable, indicativo de perturbaciones tectónicas severas, aunque con ligera tendencia hacia el noreste en la dirección del buzamiento de la foliación. Está compuesta principalmente de neis semipelítico, neis hornbléndico, anfibólita y esquisto, incluyendo también zonas de migmatitas (Ward et al., 1973), siendo posible la existencia de rocas cataclásticas cerca a los planos de las fallas principales.

Se encuentran dos tipos de neis: Uno de color blanco a rosado, constituido esencialmente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico (Chaparro y Guerrero 1991). Debido a su aspecto masivo y a la ausencia de estratificación, Ward et al. (1973), suponen un origen ígneo intrusivo primario y lo clasifican como Ortoneis. El otro es un Paraneis, de color gris verdoso y alternancia de bandas máficas, principalmente anfibólicas y bandas félsicas cuarzofeldespáticas.

Hacia el oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, sobre las cotas alrededor de 1400 y 1600 m.s.n.m., el Neis de Bucaramanga se presenta intruído por una masa de origen ígneo denominada Cuarzomonzonita de La Corcova (JRcg). Igualmente en cercanías de la Planta de tratamiento del acueducto en el río Suratá, el neis se encuentra intruido por Cuarzomonzonita, Granito y Pórfido Cuarzoso (Jrcg)

Ward et al. (1973), le han asignado al Neis de Bucaramanga una edad de 940 a 945 m.a., debido a que puede reflejar el ciclo de orogenia del Pre-Cámbrico.

5.1.5 Formación Diamante (PCd)

Definida por Dickey (1941), en la quebrada La Mona (municipio de Rionegro). Esta secuencia se encuentra aflorando al norte del casco urbano de Bucaramanga, en dos franjas bien definidas con dirección preferencial nor-nororiental. La primera franja es paralela a la carretera Bucaramanga-Rio negro, hacia el norte del río Suratá y al oriente de la quebrada Las Monas, con una longitud de aproximadamente 3 Km. La segunda franja es paralela a la margen izquierda de la quebrada La Lomera desde la estación de servicio de Vijagual hasta el sitio denominado “Puente de Tierra”, con una longitud de 1.5 Km.

Esta unidad es una secuencia sedimentaria compuesta por tres miembros principales (González et al., 1994):

- a) Miembro Inferior. Constituido por areniscas lodosas de grano muy fino a muy grueso, de variados colores (morado, gris crema, verde, pardo rojizo, blanco y marrón), intercaladas con lodolitas y principalmente arcillolitas moradas, pardo rojizas y verdes.

Las capas presentan contactos irregulares de planos a ondulados, no paralelos, con laminación de plano paralela a flaser, bioperturbación, rill marks, ripple marks, calcos de carga, etc.

- b) Miembro Medio. Conformado por lodolitas, areniscas de grano muy fino, verdes, pardas y grises, intercalaciones de rocas carbonatadas (microesparita, microesparita fosilífera, biomicrita, bioesparita e intramicrita) de color gris y pardo.

Los contactos con las capas son ligeramente ondulados a ondulados no paralelos, irregulares, plano paralelos, con laminación ondulosa paralela a no paralela y plana paralela.

- c) Miembro Superior. La secuencia calcárea aflora en la cantera de Cementos Diamante y en la quebrada El Ceilán, representado en su totalidad por calizas duras, masivas, cristalinas de grano fino a medio, ligeramente arcillosas, fosilíferas, en especial biomicritas y bioesparitas y en menor proporción micritas a micritas fosilíferas, grises claras. Los contactos son ondulados a ligeramente ondulados.

Al norte del río Suratá, sureste de la cantera de Cementos Diamante, se presenta como areniscas masivas de grano fino a medio, de colores rojo, crema, con matriz calcárea. También aparece una secuencia calcárea, explotada por la compañía Cementos Diamante, caracterizada por calizas esparíticas, grises claras, con pirita y contenido fósil (Crinoideos y

Braquiopodos), en capas de 10 a 40 cm, intercaladas con arcillolitas calcáreas, grises, verdosas y violáceas, con espesores hasta de 10 cm.

La edad de esta unidad es Pérmica, de acuerdo a la identificación de dos braquiópodos, *Meekella* Sp. y *Orthotichia* Sp. (R.E. Grant of the Geological Survey, en Ward et al., 1973).

5.1.6 Cuarzomonzonita – Granito y Porfido Cuarzoso (Jrcg)

Esta unidad que fue definida por Ward et al. (1973), corresponde a cuerpos ígneos de grano grueso, inequigranular, rosado, naranja y gris violáceo, con textura hipidiomórfica. En inmediaciones de la quebrada La Flora, está compuesta por feldespato potásico, rosado, naranja a rojo grisáceo, plagioclasa blanca, cuarzo gris y en menor proporción biotita.

Al nororiente del área, dos de estos cuerpos ígneos están conformados por cuarzomonzonita gris, de grano fino a medio, equigranular, textura sacaroide y biotita diseminada uniformemente. Presenta variaciones a granito, granitoide, pórfido cuarzoso y diorita, hacia el sector de la planta de aguas de Zaragoza, sobre la vía Bucaramanga - Matanza.

El contacto con el Neis de Bucaramanga en algunos sectores es fallado y en otros se presenta como intrusivo.

Estos cuerpos ígneos van desapareciendo hacia el lado oriental del sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta y existen sectores, como es el caso de la zona sur de Morrónico, donde es difícil cartografiar por separado el neis de Bucaramanga y el cuerpo ígneo, pues este último se presenta como diques y más al oriente aumenta la presencia del neis.

Mediciones radiométricas (K/Ar) en biotita y muscovita de estas rocas intrusivas han dado una edad Jurásica. (Ward et al., 1973).

5.1.7 Formación Tiburón (T rpt).

Definida por Ward et al. (1973), para referirse a la parte superior de la serie Suratá de Dickey (1941 en Ward et al., 1973).

La sección tipo aflora al norte del área estudiada, en inmediaciones del club Los Tiburones, a lo largo del sector sur del río Suratá, además se encuentran afloramientos en la zona que comprenden la quebrada El Ceylan, La Granja, la cuchilla de los Angelinos, al norte del barrio Villa Helena Segunda Etapa, en la parte oriental del cerro La Esperanza y en una franja alargada en los alrededores de la vereda Vijagual.

Esta unidad presenta brechas muy compactas, intercaladas con calizas grises claras, grano fino a medio, tipo micrita. También se observan limo litas grises a grises oscuras, calcáreas, y niveles de areniscas de grano fino, de color gris rojizo. El espesor total de la formación, según Gómez (1993), es de 350 m; Ward et al. (1973), afirman que este puede alcanzar entre 450 a 500 m.

El límite estratigráfico con la infrayacente formación Diamante, en la cantera de Cementos Diamante S.A., es discordante en 42°, igualmente en el sector de la quebrada La Pajuela la discordancia alcanza los 34°. Su límite superior con la formación Bocas está expuesto en el cerro La Esperanza, en donde se observa que la relación entre dichas formaciones es concordante. En los alrededores de la quebrada La Lomera, cerca del barrio Los Colorados, el contacto con los depósitos suprayacentes del Cuaternario está dado por una discordancia de tipo angular.

La edad de la formación Tiburón dada por Ward et al. (1973), está comprendida entre el Carbonífero Superior - Pérmico Medio y Triásico.

5.1.8 Formación Jordán (Jj)

Fue inicialmente reconocida por Cediel (1968), en su estudio sobre la formación Girón del área de Bucaramanga. Según Cediel (1968), la formación Jordán incluye dos facies:

- a) Facies Superior. (200 m) Limolita de color marrón rojizo y arenisca de grano muy fino, bien estratificada, en capas de 30 a 80 cm de espesor.
- b) Facies Inferior. (Aprox. 100 m) Principalmente arenisca de grano grueso, gris verdosa, en capas hasta de 1 m de espesor y algunas capas de shale gris verdoso, hasta de 2 m de espesor, algunas capas gruesas con estratificación cruzada contienen niveles conglomeráticas con guijos hasta de 2 cm de diámetro.

En el área estudiada la unidad subyace de manera concordante la formación Girón y la totalidad de afloramientos definen un área de extensión relativamente pequeña, inferior a 5 Km².

Con base en relaciones estratigráficas se le asigna una edad Jurásico inferior (Ward et al.1973).

5.1.9 Depósitos de flujos de Escombros (Qfe)

Son depósitos de piedemonte de origen fluvio torrencial y fluvio gravitacional, provenientes principalmente de la denudación de los materiales alterados que componen el Macizo de Santander, los cuales son transportados a lo largo de los cauces de las corrientes de agua que nacen en éste.

Se presentan sobre el piedemonte oriental del Área Metropolitana, entre el casco urbano de Floridablanca y Piedecuesta, donde se reconocen materiales cuyos depósitos, al pie de la ladera montañosa, forman abanicos y conos de deyección coalescentes con pendiente de 2° a 4°, y superficies suavemente onduladas. Sobre esta unidad se desarrolla un drenaje paralelo a subparalelo.

Están constituidos esencialmente por fragmentos de rocas ígneas y metamórficas del macizo, tamaño grava y bloque, principalmente neises y granodiorita, esporádicamente anfibolitas, dioritas y esquistos, en matriz areno-limosa. Estos depósitos sedimentarios se han venido acumulando mediante repetidos episodios de descargas torrenciales, probablemente violentas, por lo que los espesores y sus proporciones granulométricas y volumétricas son muy variados. Se pueden encontrar eventos clasto-soportados, con predominio de bloques y gravas, como también matriz soportados, con predominio de arena; el tamaño máximo de estos bloques puede sobrepasar 1 m de diámetro.

Estos depósitos descansan principalmente sobre rocas de las formaciones Girón, Jordán y Silgará, su espesor medio se estima entre 10 y 15 m.

5.1.10 Depósitos Aluviales (Qal)

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen en los valles de acuerdo a la altura y posición. Se dividen en Terrazas Altas (Qal3) Medias (Qal2) y Bajas (Qal1), Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Qal).

- a) Depósitos Aluviales de Terrazas Altas y Medias (Qal3, Qal2). Como su nombre lo indica, son depósitos de origen aluvial, de superficie mas o menos plana, poco disectados, ubicados hacia las márgenes de las principales corrientes de agua.

Hacia la margen derecha del río Suratá, se observan terrazas altas y sobre la margen izquierda de la quebrada La Estancia, afluente del río Frío, al occidente de Floridablanca, conforma un nivel de terraza medio, compuesto por fragmentos angulares a subangulares, de 20 cm promedio de diámetro, clasto soportado, con coloración blancuzca, en matriz de arena cuarzo feldespática, provenientes del macizo de Santander. En estos depósitos se aprecia que hay predominio de rocas de neis cuarzo feldespático-micáceo, y que los clastos se encuentran en estado de meteorización alto a moderado.

- b) Depósitos Aluviales de Terrazas Bajas (Qal1). Se observan en las márgenes de los ríos de Oro y Frío; estos depósitos corresponden a los niveles máximos de inundación alcanzados por las crecientes extraordinarias actuales. En los escarpes de las terrazas se observan cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas blancas, amarillentas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso con una disposición no uniforme y esporádicos lentes arenosos.

En el municipio de Floridablanca este nivel se presenta como un depósito de forma alargada, de superficie mas o menos plana, de aproximadamente 4 Km de longitud por 250 m promedio de ancho, donde se ubican los barrios Bucarica y Lagos II Etapa. Este nivel se distribuye aguas abajo por el río Frío y la quebrada La Estancia, hasta muy cerca de la confluencia con el río de Oro. En dicho sector, está compuesto de gravas arenosas y arenas gravosas, de forma angular a subangular, con algunos bloques de roca de tamaño métrico, de neis y cuarzomonzonita provenientes del Macizo de Santander. Corresponde a depósitos aluviales, tipo flujos torrenciales y flujos de escombros, transportados a lo largo del río Frío en época reciente.

- c) Depósitos Aluviales de Cauce y Llanura de Inundación (Qal). Las principales acumulaciones están localizadas en los valles y llanuras de inundación de los

ríos de Oro, Suratá, del Hato y Frío, además de sus quebradas tributarias como La Iglesia, Zapamanga, Suratoque, Aranzoque y en general toda la red hidrográfica que se desarrolla al occidente del Macizo de Santander, en especial las corrientes que socavan de manera profunda el abanico aluvial conformado por la formación Bucaramanga. Estos depósitos están compuestos por fragmentos de composición y granulometría muy variable. En general contienen cantos de areniscas silíceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, cuarcitas y lodolitas, como también granito, granodiorita, diorita, gabbro, neis y esquisto, en una matriz areno lodosa. El tamaño de los cantos varía desde unos pocos centímetros hasta 1 m, con predominio del diámetro de 50 cm, de forma subredondeada a redondeada y baja esfericidad.

El aluvión del río Suratá muestra bloques de calizas redondeadas de 2 m de diámetro, conglomerados calcáreos, neises, granitos y areniscas cuarzosas de estratificación cruzada incluidas dentro de una matriz arenosa. Estos depósitos son bastante sueltos y permeables.

5.1.11 Depósitos de Coluvión (Qc)

Bates y Jackson (1980, en Suárez, 1998), definen los coluviones como masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de roca angulares a subangulares, depositados por la gravedad, lavado de la lluvia, reptación o deslizamiento. Se caracterizan por ser materiales clasto-soportados o matriz-soportados según su origen, el tamaño de grano varía desde grava hasta bloques de 1,5 m de diámetro.

Los Suelos Coluviales son comunes en todas las unidades rocosas presentes en los tres bloques estructurales que conforman el Área Metropolitana de Bucaramanga, y la mayor parte son el producto de movimientos en masa por lo cual se consideran inestables.

5.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL

El Departamento de Santander, así como gran parte del territorio colombiano, presenta una actividad tectónica dinámica, destacándose a nivel regional y local, el Nido Sísmico de Bucaramanga. INGEOMINAS (2007) describe los principales de los sistemas y fallas presentes a nivel regional, que son de interés para el presente de estudio, de la siguiente manera:

5.2.1 Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta

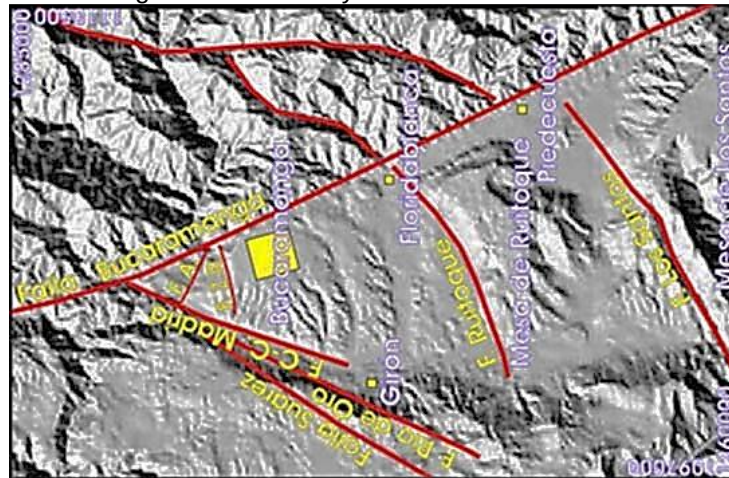
Este corresponde a un sistema de fallas paralelas ubicadas al norte de la zona de estudio, con tendencia NNW y un ancho de 1 a 1.5 Km. El patrón geomorfológico y estructural evidencia un comportamiento de rumbo con desplazamiento sinistral, y una componente de acortamiento horizontal, acompañado por el levantamiento compensatorio de rocas del bloque este que afectan el macizo ígneo – metamórfico de Santander. Este levantamiento es una consecuencia de la convergencia con el sistema de fallas del Suárez al norte del área. De esta manera la traza de falla principal coloca en contacto el Macizo de Santander con unidades paleozoicas al norte del Río Suratá y al sur con sedimentos cuaternarios del Abanico de Bucaramanga.

Ilustración 13. Esquema estructural del Departamento de Santander,



Fuente: Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander, Año 2001. INGEOMINAS

Ilustración 14. Mapa a partir de MDT donde se aprecia la expresión morfoestructural de los sistemas de Falla Bucaramanga - Santa Marta y Suárez - Río de Oro.



Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

Paris et al. (2000), divide en secciones al sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta: Para la sección Bucaramanga, propone que es una falla lineal con características topográficas bien definidas donde el gran abanico aluvial de Bucaramanga muestra movimientos sinestrales en rumbo, evidenciados por el desplazamiento del nivel base de las corrientes y el incremento en el grado de disección de la superficie del abanico de Bucaramanga hacia el suroeste, este desplazamiento tiene un promedio de compensación vertical de cerca de 20 m, aunque gran parte es sinistral (lateral – izquierdo). Dentro de las expresiones geomorfológicas de fallamiento de este sistema de fallas tenemos: Lomos flexurales, control tectónico de drenajes en “L”, facetas triangulares, silletas, desplazamiento de corrientes, lagos de falla, escarpes de falla y fuertes rupturas en la pendiente. Adicionalmente, depósitos aluviales Cuaternarios muestran desplazamientos y volcamiento.

5.2.2 Sistema de fallas del Suárez

Este sistema consta de tres fallas inversas paralelas con una dirección general N50°E; topográficamente la falla principal genera un escarpe distintivo y

pone en contacto unidades de la formación Girón, en el extremo occidental, con unidades de la formación Bucaramanga, al oriente. El plano de falla presenta un buzamiento principal hacia el NW, con un ángulo aproximado de 60° (Ward et al., 1973). La falla del Río de Oro pertenece a este sistema de fallas caracterizado por una fuerte componente vertical asociada con unos movimientos menores laterales izquierdos.

Paris et al. (2000), propone un trazo de falla bien definido con control lineal de drenajes por varios Km tales como el Río Suárez, con índices neotectónicos entre los que están lagos de falla y localmente embalses aluviales. La falla desplaza verticalmente flujos de escombros en el área de Girón y La Fuente, desplazando una superficie de erosión Terciaria.

5.2.3 Falla Chimita-Café Madrid (F. C-C. Madrid)

Presenta una dirección preferencial NNE, estructuralmente esta es una falla de tipo normal generando un escarpe con facetas triangulares. Tiene convergencia con el sistema de fallas del Suárez, generando un graben estrecho con la falla del Río de Oro.

5.3 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES

De acuerdo con Hermelin (1987), se denomina Formación Superficial o Unidades Geológicas Superficiales al conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno hasta profundidades del orden de decenas de metros. Estas Formaciones Superficiales incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos inconsolidados según su origen.

Las principales Unidades Geológicas Superficiales presentes en la zona de estudio son las siguientes:

5.3.1 Arenisca de la Formación Girón

Está compuesta de areniscas de grano grueso, con intercalaciones de areniscas conglomeráticas y capas rojas interestratificadas de limolita y arcillolita, en estratos hasta de 1 m de espesor; areniscas de grano grueso, conglomeráticas, gris claro, con estratificación cruzada y areniscas rojizas, de grano medio a grueso, hasta de 2 m de espesor. Las capas conglomeráticas contienen guijos de cuarzo hasta de 4 cm de diámetro.

Los mejores afloramientos se pueden observar en el cerro la cumbre y en algunas partes de la vía antigua hacia Floridablanca donde la roca está bastante fracturada. La morfología que presenta corresponde a escarpes fuertes, colinas y cerros aislados.

Ilustración 15. Formación Girón, roca diaclasada y fracturada en la vía a Floridablanca frente al colegio Metropolitano del Sur, municipio de Floridablanca.

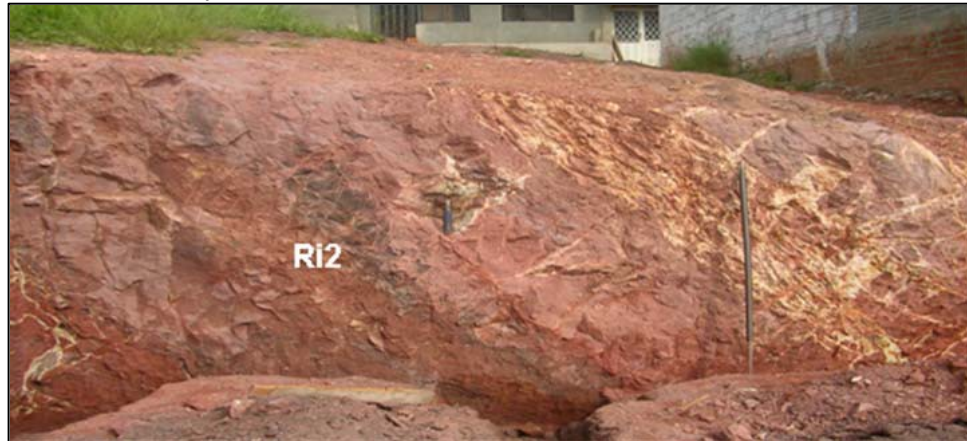


Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

En el sector de las antenas de Lemas de Colombia, en el cerro La Cumbre (municipio de Floridablanca), las rocas de la formación Girón se presentan muy fracturadas, con un buzamiento alto y presencia de diaclasas como consecuencia

de la acción del sistema de fallas de Bucaramanga-Santa Marta y algunas fallas satélites que afectan directamente a las formaciones Girón y Jordán.

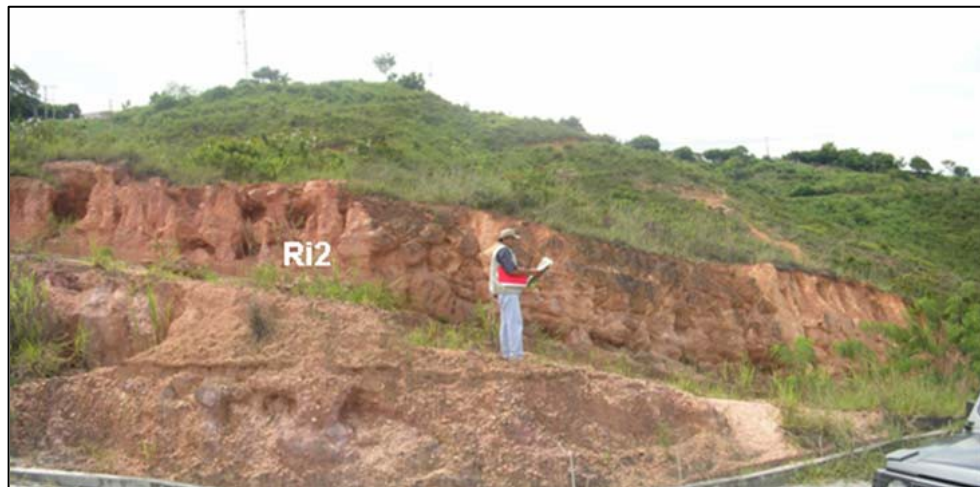
Ilustración 16. Formación Girón, roca fracturada y diaclasada con alto ángulo de buzamiento. Barrio La Cumbre, municipio de Floridablanca.



Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

En el sector de Altos de Bellavista (municipio de Floridablanca), la roca se presenta muy fracturada y con un grado de meteorización que va de moderado a alto, en donde se puede apreciar capas superficiales de suelo residual.

Ilustración 17. Formación Girón, con grado de meteorización moderado a alto. Altos de Bellavista, municipio de Floridablanca.



Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

En los alrededores de Floridablanca, se observan niveles de areniscas conglomeráticas, de color marrón rojizo, con intercalaciones de areniscas violáceas, de grano fino. Las areniscas conglomeráticas están intercaladas con niveles de areniscas de grano medio mal seleccionadas. Estos bancos de areniscas son muy competentes, sin embargo presentan alto grado de fracturamiento tanto paralelo como perpendicular a la estratificación.

Al occidente del Río de Oro esta unidad se presenta en estratos gruesos correspondientes a intercalaciones de conglomerados, areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada y areniscas de grano grueso a medio, cuarzofeldespáticas, de colores crema, verde y rojo. También se observan intercalaciones de lodolitas masivas, violáceas, con bajo contenido de micas.

En la Quebrada La Picha y la quebrada Chapinero, sobre la vía Chimitá-Café Madrid-El Palenque, se encuentran areniscas silíceas, grisáceas, hasta de 2 m de espesor, de grano fino a medio, bien cementadas, con niveles arcillosos y gravosos de cuarzo lechoso redondeado y abundante contenido de moscovita.

Ilustración 18. Intercalaciones de estratos de areniscas y lodolitas de la Formación Girón. Sector de Bavaria, Vía Chimitá - Café Madrid, municipio de Bucaramanga.

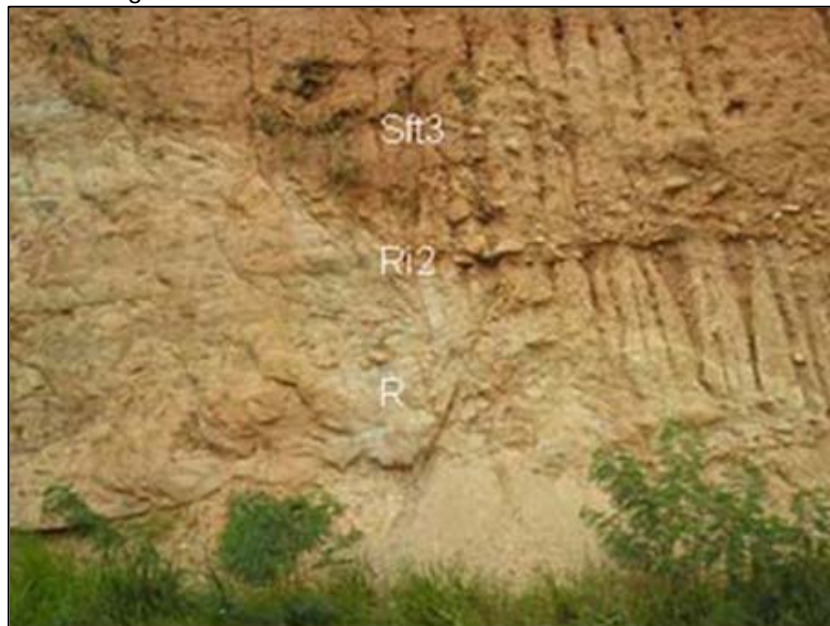


Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

Afloramientos esporádicos de la formación Girón aparecen en la parte baja de las quebradas que llegan del escarpe occidental de la Meseta de Bucaramanga hacia el río de Oro. Se caracterizan por presentar capas competentes de conglomerados, areniscas verdosas y rojizas, intercaladas con lodolitas violáceas masivas.

En la vía Bucaramanga-Café Madrid, sector de los tanques de agua Brisa y el Barrio Villa Alegría I, se presentan fallas de rumbo con tendencia E-W que afectan la unidad, generando varias familias de discontinuidades geológicas.

Ilustración 19. Formación Girón afectada por fallamiento y suprayacida por suelos del miembro Órganos. Vía Bucaramanga – Café Madrid, sector tanques de agua brisa y el Barrio Villa Alegría I, municipio de Bucaramanga.



Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

En la vía que comunica el Sector de Bavaria con el barrio Kennedy (municipio de Bucaramanga) aflora una secuencia de areniscas, grises claras, de grano fino a medio, en estratos desde 1 a 4 m de espesor, intercaladas con limolitas grises claras, habanas y rojizas e intercalaciones menores de arcillolitas de color gris

claro en capas desde 1.3 a 2 m. El macizo rocoso presenta dureza media a alta, grado de fracturamiento moderado a muy alto dada la perturbación tectónica a la cual es sometido por la actividad de fallas geológicas, índice de fracturamiento ($J_v=30$ en la zona de deformación y en otros sectores menos deformados un $J_v=12$), índice geológico de resistencia regular a bueno ($GSI=40-50\%$ y en otros sectores un $GSI=50-60\%$) y grado de meteorización moderado a alto.

De manera general el macizo rocoso presenta dureza media, con un grado de meteorización intermedio a alto. Las rocas cerca a la zona de influencia del sistema de Fallas Suárez – Río de Oro, cerca al Barrio el Pablón (municipio de Bucaramanga), se encuentran fracturadas y cizalladas, ($GSI=40-50\%$).

5.3.2 Areniscas de la Formación Jordán (Ri3)

Esta unidad aflora en sectores desde el barrio La Trinidad hasta la urbanización Bucarica y sobre parte de la ladera norte del cerro La Cumbre del municipio de Floridablanca, presentándose una secuencia de areniscas violáceas claras, de grano fino a medio, con intercalaciones de lodolitas y limolitas violáceas oscuras a marrones.

Existen afloramientos que se observan como ventanas dispersas en el sector de la quebrada Zapamanga y el barrio José A. Morales (municipio de Floridablanca) controladas por el sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta, los cuales presentan alto grado de fracturamiento y diaclasamiento dentro de un corredor de 1 a 2 Km de ancho.

En sectores del barrio El Carmen (municipio de Floridablanca), en el cauce de la quebrada Batatas, y en la vía transversal oriental que conduce a Floridablanca, afloran algunas capas de arenisca violácea de grano medio, limolita de color marrón rojizo y arenisca de grano muy fino, bien estratificada, en capas de 30 a 80 cm de espesor.

Ilustración 20. Formación Jordán, areniscas de grano fino intercaladas con limolitas. Vía transversal oriental, parqueadero de Unitransa, municipio de Floridablanca.



Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

En la vía que conduce al barrio Panorama de Floridablanca, afloran capas de arenisca, de grano medio, color violeta, intercaladas con capas de limolitas de color rojizo con alto grado de buzamiento y espesores de hasta 2 m.

Ilustración 21. Formación Jordán, areniscas de grano medio intercaladas con limolitas en la vía al barrio Panorama, municipio de Floridablanca.



Fuente: Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, Año 2007. INGEOMINAS.

Las rocas de la formación Jordán generan una morfología suave y las mejores exposiciones se encuentran dispersas al occidente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta.

La unidad presenta diaclasamiento y un índice geológico de resistencia regular a bueno ($GSI=35-40$), con un grado de meteorización moderado. En algunos sectores, especialmente en las divisorias de aguas, la roca está alta a completamente meteorizada (saprolito) con coloraciones amarillentas, rojizas y violáceas donde es notable el carácter deleznable.

5.4 HIDROGEOLOGÍA

Como se presentó en el Capítulo de Antecedentes, la presencia de aguas subterráneas y su afloramiento, hace necesario la caracterización y el estudio de las relaciones entre la geología y las aguas subterráneas en el sector, así como el estudio de los procesos que rigen los movimientos de las aguas subterráneas en el interior de las rocas y su relación con los afloramientos detectados.

Para la caracterización hidrogeológica del sector, se toma como referencia el estudio realizado por la UIS en el año 2002 para el programa de investigaciones geofísicas e hidrogeológicas para el aprovechamiento de aguas subterráneas en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

El mencionado estudio analizó flujo de agua subterránea a través del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, indicando que la circulación del agua de recarga ocurriría principalmente en forma vertical y seguiría estos patrones en sentido Oriente- Occidente.

Adicionalmente, en el estudio se elaboró un inventario de lugares en los cuales se existen depósitos de agua, puntos de bombeo o afloramientos relacionados con

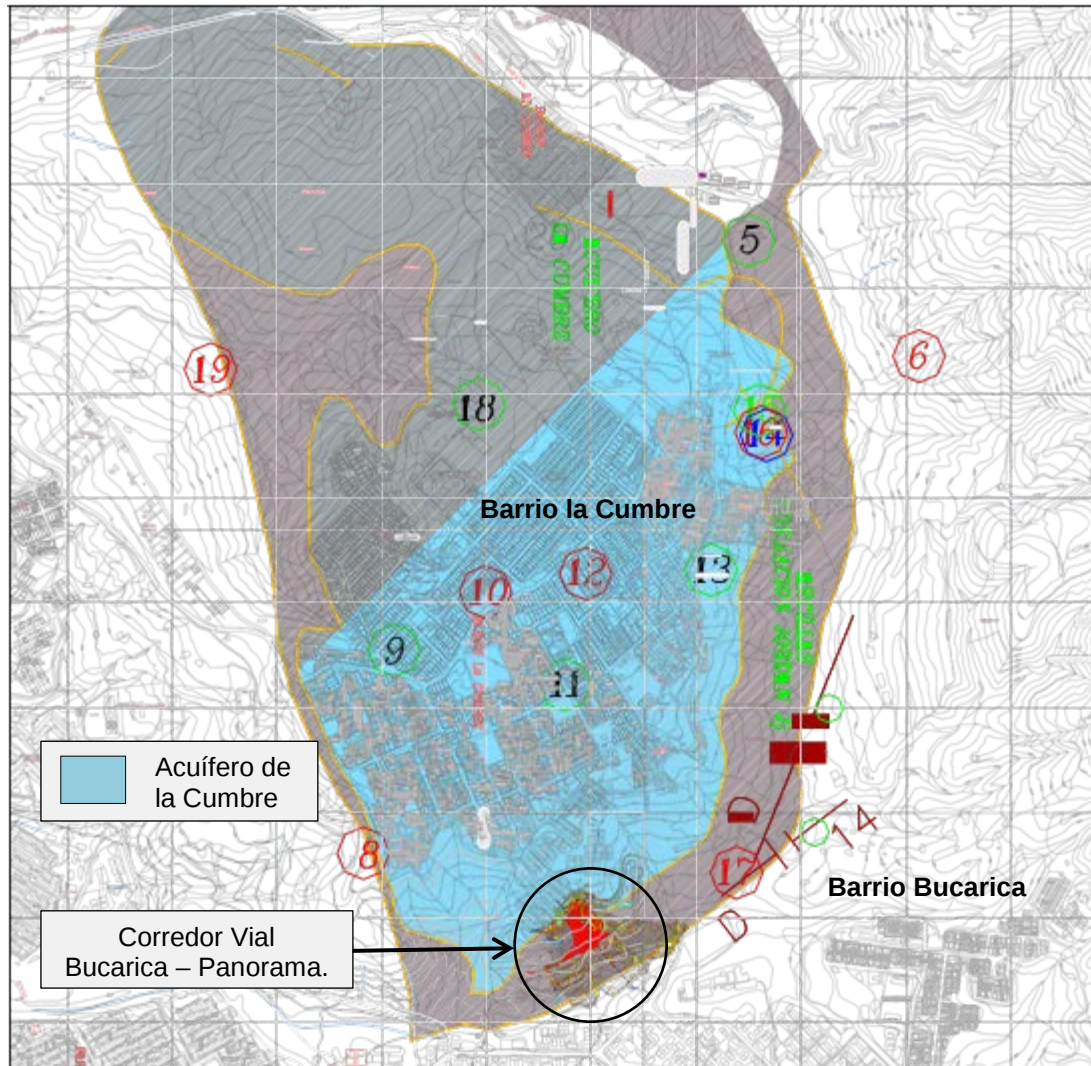
aguas subterráneas. A continuación se presenta una relación de estos puntos cercanos al corredor vía Bucarica – Panorama.

Tabla 1. Relación de puntos de afloramientos y aprovechamientos de aguas subterráneas cercanas a la zona de estudio

PUNTO	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m	N.F m.s.n.m	FORMACIÓN GEOLÓGICA	OBSERVACIONES
	NORTE	ESTE				
3	1273873	1109482	928	928	Parte media de la formación Girón constituido por areniscas conglomerales	Afloramiento de agua en la vertiente derecha de la Qda. Suratoque a la altura de la cumbre.
8	1273923	1108965	1000	994	Parte media de la formación Girón constituido por areniscas conglomerales	Cisterna de diámetro 3 metros Prof. 8 metros Sr. Marcos Palomino Cra 1A NO. 26-18 La Cumbre. Uso actual del agua, para aseo en general.
11	1274244	1109349	1015	-	Miembro gravoso de la formación Bucaramanga constituido principalmente por cantos tamaño grava en una matriz areno lodosa	Cisterna ubicada en un parqueadero en la calle 28 entre carreras 6E y 7E
12	1274456	1109389	1029	1018	Miembro gravoso de la formación Bucaramanga constituido principalmente por cantos tamaño grava en una matriz areno lodosa	Cisterna diámetro 3 metros Prof. NF 11 metros. Calle 29 A No.8E-45 B La Cumbre. Uso ocasional de lo habitantes del área.
13	1274463	1109628	994	994	Miembro gravoso de la formación Bucaramanga constituido principalmente por cantos tamaño grava en una matriz areno lodosa	Afloramiento de agua debajo de un Higuierón. Finca en la carrera 9B No. 26E-95 Barrio La Cumbre.

Fuente: Memoria Asesoría de Prospección Geofísica y Estudio Hidrogeológico en la Zona del Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta, Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga – Universidad Industrial de Santander.

Ilustración 22. Mapa localización de puntos de afloramientos y aprovechamientos de aguas subterráneas cercanas a la zona de estudio.

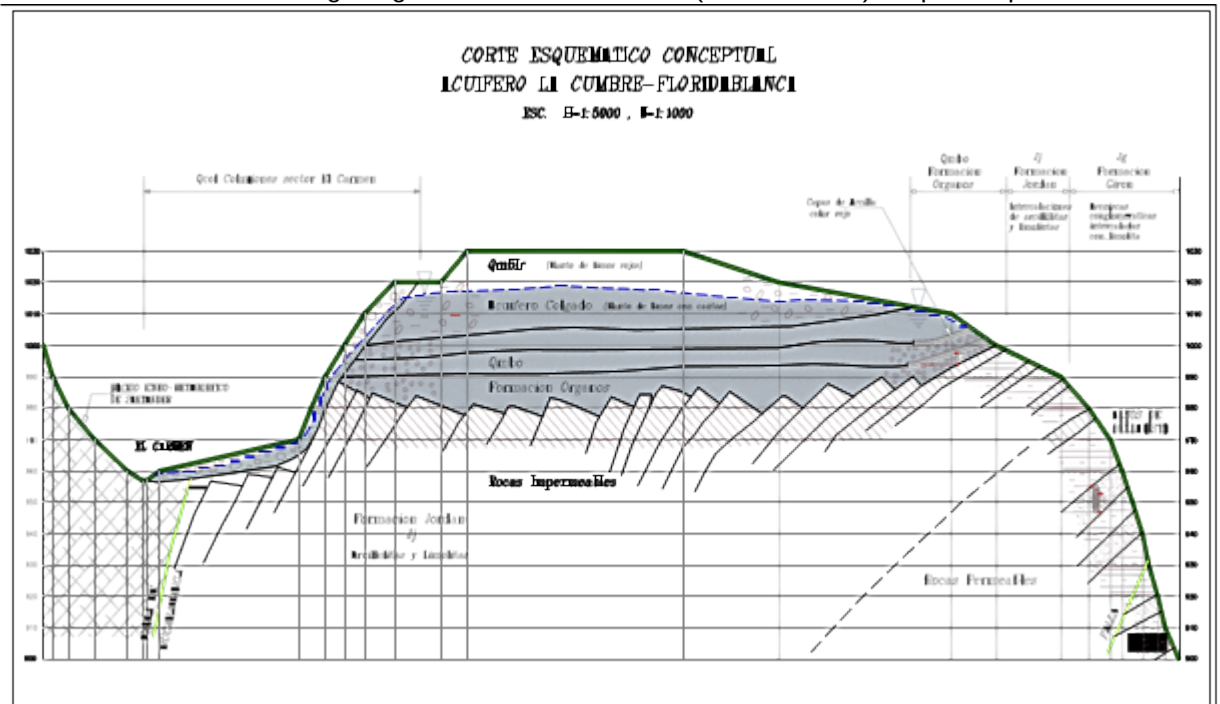


Fuente: Memoria Asesoría de Prospección Geofísica y Estudio Hidrogeológico en la Zona del Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta, Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga – Universidad Industrial de Santander.

Como se puede observar existe alta probabilidad de que aguas subterráneas provenientes del acuífero La Cumbre estén saturando los suelos presentes en la ladera sobre la cual se encuentra el corredor vial, influyendo sobre su estabilidad.

Esta hipótesis se complementa con el Modelo Hidrogeológico planteado por la CDMB en el Estudio Geotécnico y diseño Deslizamiento Ladera del Barrio la

Cumbre (Barrios el Carmen y Villa Alcázar) de Floridablanca, elaborado en 2001 por INGENIERA DE SUELOS, en el cual se propone una sección conceptual del acuífero de la cumbre, en donde se muestra un cambio en la litología en el sector de estudio, pasando de las arcillolitas poco permeables de la formación Jordán, a las intercalaciones de areniscas y limolitas de características más permeables de la formación Girón.



5.5 GEOLOGÍA LOCAL

Ilustración 24. Afloramientos de areniscas, intercaladas con limolitas, pertenecientes a la Formación Girón.



6 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE AL PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS

La información correspondiente al plan de exploración del subsuelo y ensayos, fue desarrollado por la firma CONSTRUSUELOS Ltda en el marco del contrato 7536-04 de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (C.D.M.B),

A partir de esta información se de determinaron las características físicas y los parámetros de resistencia requeridos para llevar a cabo el análisis de estabilidad del talud.

Para adelantar el Plan de Exploración del Subsuelo y Ensayos, desarrollaron las siguientes actividades de campo:

6.1 EXPLORACIÓN MEDIANTE SONDEOS GEOMECÁNICOS

Para la exploración del subsuelo se llevaron a cabo dos (2) sondeos, en los cuales se efectuaron ensayos corridos de penetración estándar (S.P.T.) con equipo de perforación a percusión, donde se obtuvieron muestras semi - alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio.

La metodología de exploración fue introducir El muestreador del SPT en el suelo con un martillo de seguridad 140 libras y una caída de 30 pulg (aproximadamente, se espera algún error del operados dado el uso del mecanismo cuerda y malacate). El número de golpes fue registrado en golpes por pie para los sondeos y el muestreador fue introducido en el subsuelo hasta la profundidad en la cual se obtuvo 50 golpes en los primeros 15 cm, o 100 golpes en los últimos 30 cm (rechazo).

Adicionalmente, se realizaron dos sondeos de exploración mediante equipo de perforación con el método de percusión y rotación, utilizando muestreadores de diámetro HQ, con el objetivo obtener muestras representativas inalteradas para evaluar la resistencia al cortante mediante ensayos de corte directo.

Los sondeos exploratorios se realizaron el al parte superior del deslizamiento a y a media ladera.

Ilustración 25. Localización de Sondeos Exploratorios.



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 26. Detalle Sondeo Exploratorio No. 1.



Fuente: Informe Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre. CONSTRUSUELOS LTDA 2011.

Ilustración 27. . Detalle Sondeo Exploratorio No. 2.



Fuente: Informe Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre. CONSTRUSUELOS LTDA 2011.

6.2 EXPLORACIÓN MEDIANTE APIQUES A CIELO ABIERTO

La firma CONSTRUSUELOS LTDA., realizó cuatro (4) excavaciones manuales o apiques, que alcanzaron una profundidad entre 1.0 y 1.5 m. De estas excavaciones, se tomaron muestras inalteradas de bloque, las cuales fueron selladas con parafina para conservar su humedad natural.

La localización y distribución espacial de los apiques en la zona de estudio se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 28. Localización y distribución espacial de los apiques en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

La descripción de los materiales encontrados en la exploración manual (apiques) y sus principales características, se relacionan a continuación:

6.2.1 Apique 1

Material areno-lodoso de color vinotinto, el material arenoso presenta tamaños que van desde arena muy fina hasta arena media, predominando arena fina, con

formas de las partículas principalmente esféricas subangulares, estas partículas son principalmente cristales de feldespato potásico y cuarzo, la matriz de este material es principalmente limos y en menor proporción arcilla. El material se encuentra bien seleccionado.

6.2.2 Apique 2

Material arcillo-limoso de color vinotinto, este material está constituido principalmente por arcillas con un grado de consolidación moderado, muy buena selección, alto grado de meteorización, presenta material vegetal en una muy baja proporción.

6.2.3 Apique 3

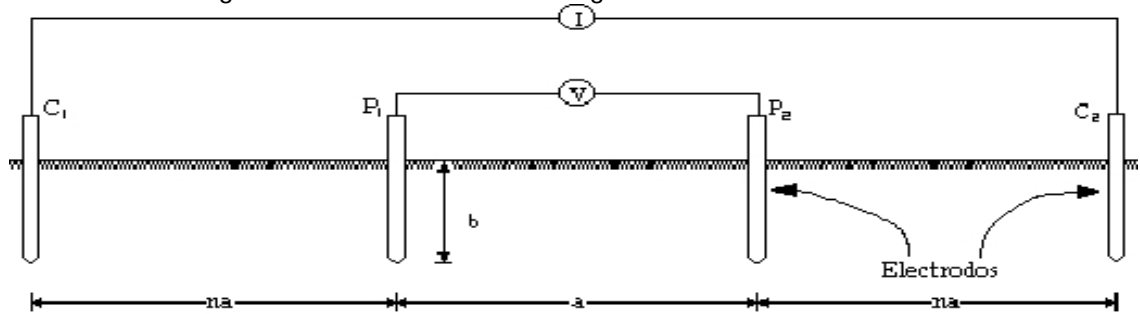
Material lodo-arenoso de color amarillo, con presencia de fragmentos líticos tamaño guijarros, de forma principalmente esféricos sub-redondeados indicando que estas partículas han sufrido bastante transporte, presenta partículas tamaño arena fina, el material se encuentra constituido por arcilla principalmente y limo en menor proporción, en general presenta mala selección, grado de consolidación muy bajo, altamente meteorizado.

6.3 EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

La exploración Geomecánica y Manual, fue complementada con exploración Geofísica empleando el Método tradicional del Sondeo Eléctrico Vertical (SEV), con el fin de determinar la naturaleza y espesor de las capas geológicas, empleando para ello como característica representativa la resistividad del terreno. Este método se basa en el dispositivo Schlumberger, el cual emplea 4 electrodos, y la separación entre los electrodos centrales o de potencial (a) se mantiene constante, y las mediciones se realizan variando la distancia de los electrodos exteriores a partir de los electrodos interiores, a distancia múltiplos (na) de la separación base de los electrodos internos (a).

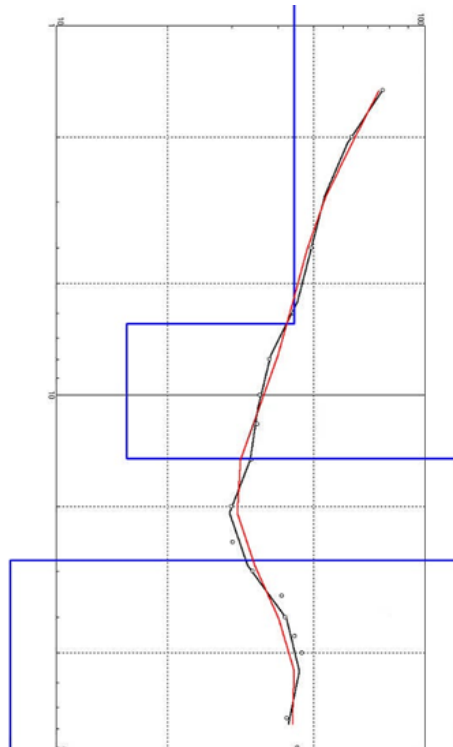
La configuración, correspondiente a este método de medición se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 29. Configuración Método de Schlumberger.



Los resultados obtenidos en campo, se presentan en la siguiente ilustración y su tabla complementaria.

Ilustración 30. Grafico resultados SEV1.



Fuente: Informe Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre. CONSTRUSUELOS LTDA 2011.

Tabla 2. Resultados Correlación Geofísica Sondeo eléctrico Vertical SEV1.

Estrato	Profundidad (m)		Resistividad Ω -m	Correlación Geológica
	Desde	Hasta		
1	0	0.75	100	Suelos gravosos, (Suelos de rellenos antrópicos)
2	0.75	6.4	44	Arcillas arenosas (miembro gravoso)
3	6.4	14.8	15	Arcillolitas saturadas (Formación Girón)
4	14.8	28	244	Areniscas (formación Girón)

Fuente: Informe Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre. CONSTRUSUELOS LTDA 2011.

Los respectivos resultados e los ensayos de laboratorio realizados a las muestras recuperadas, se presentan en los respectivos anexos.

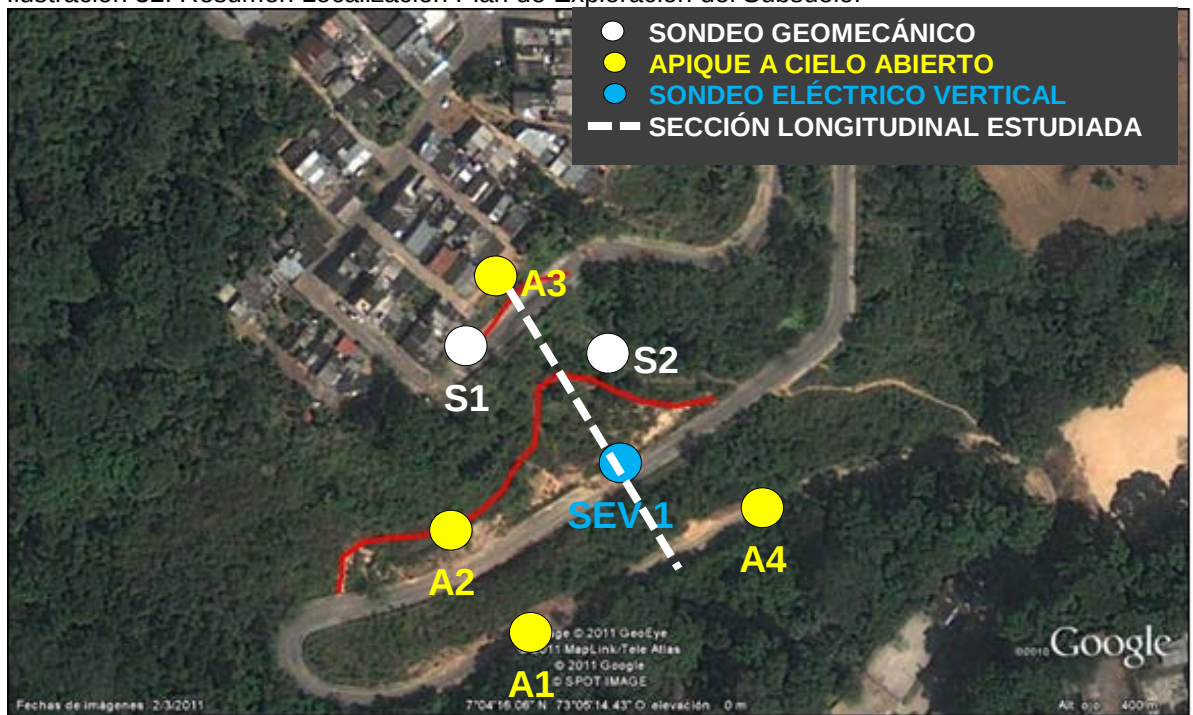
La exploración Geofísica se llevó a cabo en el pie del deslizamiento, como se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración 31. Localización SEV 1 en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 32. Resumen Localización Plan de Exploración del Subsuelo.



Fuente: Elaboración Propia

7 CARACTERIZACIÓN Y MODELO GEOTÉCNICO

7.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

A partir de los registros del plan exploratorio y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil estratigráfico de diseño, según se describe a continuación. Las profundidades se encuentran referenciadas al nivel actual del terreno en cada sitio de perforación.

a. 0 m – 10 m	DEPOSITO COLUVIAL conformado arenas arcillosas.
	Este depósito de ladera, se encuentra activo con evidencias de movimientos antiguos y recientes y se encuentra en condición saturada. Presenta un número de golpes del ensayo SPT corregido por energía, N60 entre 1 y 7.
b. 10 m – 25/30 m	MIEMBRO GRAVOSO DE LA FORMACIÓN BUCARAMANGA conformado arenas arcillosas con presencia de gravas y arcillas arenosas.
	Este estrato se encuentra hasta profundidades variables entre 25.0 y 33.0 metros.
c. 7/25 m – mayor a 25 m	FORMACIÓN GIRÓN, conformada por arcillolitas y areniscas rojizas.
	En el sondeo realizado sobre la parte alta de la vía, esta roca se encontró a una profundidad de 25.0 metros y en la parte baja de la vía se encontró a una profundidad de 7.0 metros, estas profundidades de roca coinciden con los afloramientos de la Formación Girón observados sobre el primer tramo de vía en la parte baja del sector. El contacto de la roca con el miembro gravoso se establece como un contacto poco inclinado, este tipo de contacto en la parte baja del acuífero de la cumbre es congruente con los estudios de la CDMB realizados en el año 2002

7.2 NIVEL FREÁTICO

La información recopilada dentro del alcance del estudio no permite realizar una evaluación hidrográfica específica, y por lo tanto, no es factible establecer el régimen de flujo dentro del suelo. Sin embargo, teniendo en cuenta factores como los antecedentes históricos, la morfología del sector, la Litología y la influencia del Acuífero semiconfinado de La Cumbre, se estima que los materiales se encuentran en general en condición húmeda. En la época que se realizó el plan exploratorio, se reportó el nivel freático en las perforaciones 1 y 2 a una profundidad de 5.4 y 4.8 m respectivamente.

7.3 DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO

A partir del reconocimiento de campo y del estudio geológico, se identificaron rasgos que indican la presencia de: un Depósito Coluvial de arenas arcillosas; un Estrato Gravoso de la formación Bucaramanga conformado arenas arcillosas con presencia de gravas y arcillas arenosas; y un Estrato Rocosos de la Formación Girón, conformada por arcillolitas y areniscas rojizas. Asimismo, se estableció un estrato Limoso de la formación Bucaramanga, conformado limos rojos, localizado en la parte superior del talud.

De acuerdo con los anteriores análisis realizados, tenemos que el fenómeno bajo estudio corresponde a un fallo geotécnico que se clasifica como movimiento lento de ladera retrogresivo y rotacional, el cual es generado por el desplazamiento del coluvión sobre el estrato gravoso. Este fenómeno se encuentra incrementado por la infiltración del agua lluvia en el depósito superior y presencia de aguas subterráneas posiblemente provenientes del Acuífero Semiconfinado de La Cumbre.

7.4 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Para efectos de este estudio, la caracterización geomecánica se realizó teniendo en cuenta las siguientes fuentes:

7.4.1 Ensayos de Laboratorio

Una vez descritas las muestras obtenidas en las perforaciones, se identificaron las muestras típicas y se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Ensayo de Granulometría (gradación).
- Límites de Consistencia (Atemberg).
- Determinación de Resistencia al Corte Ensayo de Corte Directo Consolidado Drenado.

Con base en los resultados de laboratorio se procedió a clasificar los materiales y a determinar sus características geomecánicas de la siguiente manera:

a) Miembro Limos Rojos Formación Bucaramanga

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 17 kN/m³

Cohesión: 20 KPa

Ø: 35

b) Miembro Gravoso Formación Bucaramanga

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 17.5 kN/m³

Cohesión: 17 KPa

Ø: 32

c) Roca Formación Girón

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 23 kN/m³

Cohesión: 193 KPa (mediante las expresiones Hoek y Brown (1997))

Ø: 31.9° (mediante las expresiones Hoek y Brown (1997))

7.4.2 Valores Típicos Bibliografía de Consulta

Fueron consultados los valores promedio reportados por INGEOMINAS (2007), en el documento denominado *Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta*.

El referido estudio realizó la caracterización geotécnica de las diferentes Unidades Geológicas Superficiales (UGS) presentes en el Área Metroólitana de Bucaramanga a través de: perforaciones y apiques efectuados, los correspondientes perfiles de campo y las velocidades de ondas de corte y compresión obtenidas de las pruebas de campo Down – Hole. Las Unidades Geológicas Superficiales muestreadas fueron:

a) Unidades de Suelos Transportados:

Depósitos coluviales recientes y antiguos, Sco1 y Sco2

Suelos aluviales de cauce activo, Sla

Suelos aluviales de terrazas medias, Sat2

Suelos del miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga, Sft2

Suelo gravoso del miembro Organos de la Formación Bucaramanga, Sft3

Suelos del miembro Finos de la Formación Bucaramanga, Sfl1

Suelos del miembro Limos Rojos de la Formación Bucaramanga, Sfl2

Suelos de flujos de escombros antiguos, Sfe1

Suelos de flujos de escombros recientes, Sfe2

b) Unidades de roca:

Areniscas de la Formación Girón, Ri2

Areniscas de la Formación Jordán, Ri3

Neis de Bucaramanga, Ri4

Cuarzomonzonita – Granito y Pórfido Cuarzoso, Ri6

A continuación se relacionan las principales características geomecánicas de las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) estudiadas por INGEOMINAS (2007).

Tabla 3. Propiedades para clasificación y propiedades básicas por UGS muestreada.

PROPIEDAD		UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL									
		Sco1	Sco2	Sla	Sat2	Sft2	Sft3	Sfl1	Sfl2	Sfe1	Sfe2
LL (%)	Mín	16,82	43,70	40,00	28,80	23,50	19,70	33,70	32,90	24,40	29,70
	Prom	30,88	65,15	45,40	28,80	42,47	35,10	38,89	51,30	32,15	36,80
	Máx	52,71	86,60	50,80	28,80	58,20	54,50	42,40	62,10	39,90	43,90
LP (%)	Mín	13,92	25,60	18,50	19,30	14,40	10,40	17,90	16,70	13,30	16,30
	Prom	19,06	29,15	22,00	19,30	21,29	17,80	18,80	27,22	21,35	17,65
	Máx	31,12	32,70	25,50	19,30	28,60	34,10	20,80	36,50	29,40	19,00
Wn (%)	Mín	0,82	15,00	8,04	10,63	8,62	1,91	8,96	9,56	-	7,48
	Prom	11,29	24,74	16,79	11,75	22,58	16,85	25,87	18,77	-	7,48
	Máx	71,64	29,80	22,41	15,11	83,84	36,63	56,91	23,50	-	7,48
Peso Unitario (Ton/m ³)	Mín	1,62	2,00	1,61	1,76	1,45	1,00	1,55	1,57	-	2,01
	Prom	1,95	2,05	1,74	2,07	2,03	2,10	1,92	1,82	-	2,01
	Máx	2,21	2,12	1,86	2,41	2,55	2,67	2,15	2,07	-	2,01
Gs	Mín	2,67	2,36	2,67	2,68	2,65	2,38	2,28	2,65	2,68	2,65
	Prom	2,69	2,51	2,68	2,68	2,69	2,66	2,60	2,69	2,68	2,67
	Máx	2,70	2,70	2,68	2,68	2,72	2,72	2,71	2,71	2,68	2,69

Fuente: Estudio Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. INGEOMINAS 2007.

Tabla 4. Parámetros de resistencia por UGS muestreada.

PARÁMETRO		UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL								
		Sco1	Sco2	Sat2	Sft2	Sft3	Sfl1	Sfl2	Sfe1	Sfe2
qu (Kg/cm ²)	Mín	1,74	0,35	-	0,42	0,16	4,76	-	-	1,37
	Prom	1,74	0,86	-	1,70	2,93	5,19	-	-	1,37
	Máx	1,74	1,15	-	2,40	20,60	6,00	-	-	1,37
c' pico (Kg/cm ²)	Mín	0,02	0,10	0,12	0,11	0,09	0,04	0,05	0,21	0,09
	Prom	0,63	0,12	0,12	0,25	0,25	0,14	0,27	0,21	0,12
	Máx	5,10	0,14	0,12	0,63	0,40	0,30	0,44	0,21	0,14
φ' pico (°)	Mín	17,3	26,1	30,0	19,0	16,7	11,9	23,4	37,6	29,5
	Prom	33,1	30,7	30,0	30,9	31,4	27,8	32,2	37,6	34,6
	Máx	43,5	34,4	30,0	36,5	41,0	43,8	40,1	37,6	39,7
c' residual (Kg/cm ²)	Mín	0,00	0,02	0,08	0,01	0,01	0,00	0,00	0,14	0,06
	Prom	0,07	0,05	0,08	0,07	0,09	0,06	0,05	0,14	0,08
	Máx	0,45	0,07	0,08	0,14	0,25	0,20	0,10	0,14	0,09
φ' residual (°)	Mín	14,1	20,0	28,1	17,5	9,5	15,4	14,6	30,4	24,5
	Prom	32,1	24,0	28,1	26,0	25,8	26,0	26,6	30,4	27,5
	Máx	43,5	29,8	28,1	31,3	39,3	40,6	36,2	30,4	30,4

Fuente: Estudio Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. INGEOMINAS 2007.

Tabla 5. Parámetros de compresibilidad por UGS muestreada.

		UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL				
PARÁMETRO		Sft3	Sfl1	Sfe2	Ri2	Ri6
σ_p (Kg/cm ²)	Mín	1.80	2.70	1.60	0.70	1.70
	Prom	2.68	2.70	1.60	0.70	1.70
	Máx	4.10	2.70	1.60	0.70	1.70
Cc	Mín	0.12	0.25	0.18	0.21	0.14
	Prom	0.34	0.25	0.18	0.21	0.14
	Máx	0.87	0.25	0.18	0.21	0.14
Cs	Mín	0.01	0.01	0.02	0.06	0.02
	Prom	0.03	0.01	0.02	0.06	0.02
	Máx	0.05	0.01	0.02	0.06	0.02

Fuente: Estudio Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. INGEOMINAS 2007.

Tabla 6. Parámetros de resistencia de roca por UGS muestreada.

		UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL										
PROPIEDAD		Sco1	Sco2	Sla	Sat2	Sft2	Sft3	Sfl1	Sfl2	Ri2	Ri4	Ri6
Resistencia carga puntual (Kg/cm ²)	Mín	30,00	1,70	0,30	-	0,50	-	15,20	1,70	0,30	0,20	0,70
	Prom	30,00	5,20	18,18	-	12,83	-	21,85	1,70	7,48	26,31	9,34
	Máx	30,00	8,70	46,70	-	51,60	-	28,50	1,70	16,00	113,00	21,00
Resistencia compresión uniaxial (Kg/cm ²)	Mín	-	-	-	55,45	23,34	16,27	-	-	30,98	-	17,92
	Prom	-	-	-	55,45	32,16	30,67	-	-	44,25	-	19,53
	Máx	-	-	-	55,45	41,28	70,59	-	-	68,15	-	21,67

Fuente: Estudio Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. INGEOMINAS 2007.

7.4.3 Valores Retro – Cálculo

Mediante la realización del retrocálculo con el programa SLOPE W, el cual consiste en hallar los parámetros del suelo, partiendo de la hipótesis del talud en equilibrio límite y la concordancia entre el posible desplazamiento del depósito coluvial superficial y el arrojado mediante el programa de análisis de estabilización.

Adicionalmente, el retrocálculo se empleó para la calibración del modelo de estabilidad del talud, en el cual los parámetros de resistencia al cortante se ajustaron mediante análisis consecutivos hasta obtener un factor de seguridad de

1.0, estos parámetros de resistencia son utilizados para la evaluación de las alternativas de estabilización. Para este retrocálculo se empleó el método simplificado de Janbú, Bishop, Spencer y Morgenstern – Price.

Se presentan a continuación parámetros geomecánicos obtenidos para el deposito coluvial, a través del retrocálculo.

Coluvión (calibrado mediante Retro calculo)

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 16.5 kN/m³

Cohesión: 13 KPa

Ø: 32°

7.5 PERFIL PROMEDIO DE DISEÑO

De acuerdo con la caracterización geomecánica de los materiales encontrados en los diferentes ensayos realizados, a continuación se muestran los parámetros empleados en el modelo geotécnico.

- Estrato 1 – Coluvión (calibrado mediante Retro calculo)

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 16.5 kN/m³

Cohesión: 13 KPa

Ø: 32°

- Estrato 2 – Miembro Limos Rojos Formación Bucaramanga

Modelo: Mohr-Coulomb

Peso volumétrico: 17.0 kN/m³

Cohesión: 20 KPa

Ø: 35

- Estrato 3 – Miembro Gravoso Formación Bucaramanga
Modelo: Mohr-Coulomb
Peso volumétrico: 17.5 kN/m³
Cohesión: 17 KPa
 ϕ : 32
- Estrato 4 – Formación Girón
Modelo: Mohr-Coulomb
Peso volumétrico: 23 kN/m³
Cohesión: 193 KPa (mediante las expresiones Hoek y Brown (1997))
 ϕ : 31.9° (mediante las expresiones Hoek y Brown (1997)).

De acuerdo a lo anterior, se obtuvieron los parámetros geomecánicos que se ajustan mejor a la realidad del fenómeno. Estos valores serán los utilizados para el análisis de las soluciones de estabilización a proponer.

7.6 CLASIFICACIÓN SÍSMICA

De acuerdo a la Clasificación de amenaza descrita la NSR-2010 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente y teniendo en cuenta la zonificación regional indicada. Los valores empleados fueron los siguientes:

Tabla 7. Valores mínimos para análisis seudoestático en Taludes.

Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes		
Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales téreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales téreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente: NSR 2010.

Por consiguiente la aceleración máxima del terreno a implementar en los análisis seudoestáticos es 0.25g. El coeficiente sísmico de diseño K_x , se estimó como el 0.67% del valor de la aceleración máxima del estudio de respuesta dinámica de sitio, $K_x=0.16g$.

8 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD

Esta etapa tiene como objeto realizar el estudio geotécnico, que defina el comportamiento mecánico de la masa en movimiento, que conduzca a la determinación del grado de estabilidad, a través del Factor de Seguridad (FS). Con base en lo anterior, se recomendarán las obras de estabilización definiéndose sus características morfológicas y geométricas, de tal manera que permitan su construcción.

Para el cálculo de los factores de seguridad mediante el método de equilibrio límite se utiliza la teoría de Mohr-Coulomb,

8.1 ESTADO DEL ARTE

A continuación se presenta una relación del estado del arte, en lo concerniente a las metodologías empleadas para el análisis de la estabilidad de taludes y las alternativas de solución comúnmente empleadas para la estabilización de los mismos. Estas metodologías servirán como marco teórico al momento de analizar las condiciones del talud y el planteamiento de las respectivas soluciones de estabilización.

8.1.1 Análisis de la Estabilidad de Taludes

Existen varias metodologías para analizar la estabilidad de un talud como lo son:

- Métodos de equilibrio límite: Permiten calcular el factor de seguridad para un tipo supuesto de falla.
- Métodos Numéricos: Modelan el comportamiento esfuerzo deformación.
- Métodos dinámicos: Muestran las características del movimiento (caídos o flujos).

8.1.1.1 Métodos de Equilibrio Límite

Tradicionalmente el análisis de la estabilidad de taludes se hace por el método del equilibrio límite. Consiste en un método simplificado que supone un factor de seguridad constante a lo largo de la Superficie de Falla.

El factor de seguridad permite identificar cuál es el factor de amenaza para el cual el talud falla en las condiciones críticas de diseño.

$$F.S. = \frac{\Sigma \text{Resistencias disponibles al cortante}}{\Sigma \text{Esfuerzos al cortante}}$$

$$F.S. = \frac{\Sigma \text{de momentos resistentes disponibles}}{\Sigma \text{Momentos actuantes}}$$

Como se mencionó anteriormente, los métodos de Equilibrio Límite, son métodos simplificados, los cuales se basan en la estática, suponen los esfuerzos uniformemente distribuidos y generalmente se asume el material como isotrópico. Lo anterior plantea limitaciones en la aplicación del método.

Los métodos de análisis de Equilibrio Límite más utilizados se relacionan en la Tabla No. 7.

Método de Círculos y Dovelas

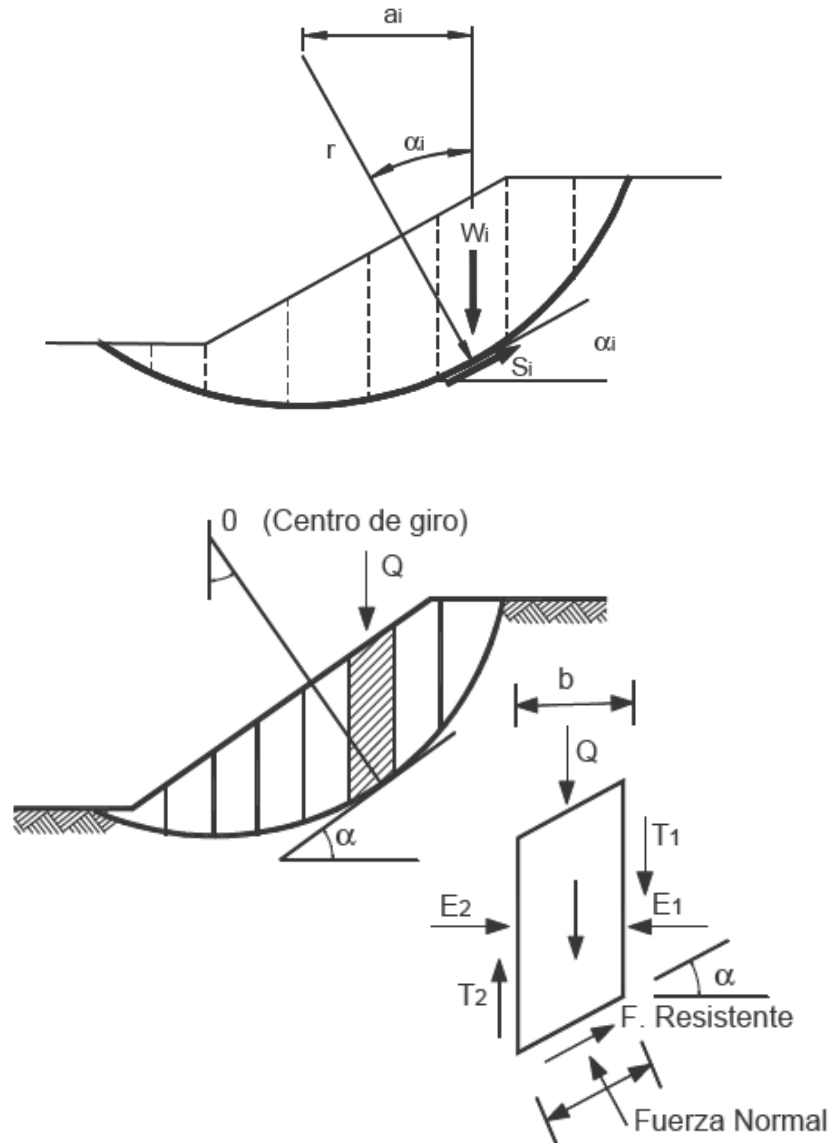
El método de Círculos y dovelas, es la metodología de equilibrio límite más usada y en esta se asume superficies de falla circulares y se divide el área de falla en tajadas verticales llamadas dovelas.

En análisis se enfoca en determinar las fuerzas actuantes y resultantes para cada dovela, así como la sumatoria de los momentos con respecto al centro de los círculos producidos por estas fuerzas. Como resultado se obtiene el Factor de Seguridad.

Tabla 8. Métodos de Equilibrio Límite comúnmente empleados.

Método	Superficies de falla	Equilibrio	Características
Talud infinito	Rectas	Fuerzas	Bloque delgado con nivel freático, falla paralela a la superficie.
Bloques o cuñas	Cuñas con tramos rectos	Fuerzas	Cuñas simples, dobles o triples analizando las fuerzas que actúan sobre cada cuña.
Espiral logarítmica (Frohlich, 1953)	Espiral logarítmica	Fuerzas y momentos	Superficie de falla en espiral logarítmica. El radio de la espiral varía con el ángulo de rotación.
Arco circular, (Fellenius, 1922)	Circulares	Momentos	Círculo de falla, el cual se analiza como un solo bloque. Se requiere que el suelo sea cohesivo ($\phi = 0$).
Ordinario o de Fellenius (Fellenius 1927)	Circulares	Fuerzas	No tiene en cuenta las fuerzas entre dovelas.
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Circulares	Momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero.
Janbú Simplificado (Janbú 1968)	Cualquier forma	Fuerzas	Asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas.
Sueco Modificado. U.S. Army Corps of Engineers (1970)	Cualquier forma	Fuerzas	Las fuerzas entre dovelas tienen la misma dirección que la superficie del terreno.
Lowe y Karafiath (1960)	Cualquier forma	Fuerzas	Las fuerzas entre dovelas están inclinadas a un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas.
Spencer (1967)	Cualquier forma	Momentos y fuerzas	La inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada, pero son desconocidas.
Morgenstern y Price (1965)	Cualquier forma	Momentos y fuerzas	Las fuerzas entre dovelas sea asume que varían de acuerdo a una función arbitraria.
Sarma (1973)	Cualquier forma	Momentos y fuerzas	Utiliza el método de las dovelas para calcular la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla.

Ilustración 33. Esquema de Método de Análisis Círculos y Dovelas.



El Método de Círculos y Dovelas, fue propuesto en 1916 por Petterson, y posteriormente diversos autores ha planteado variaciones en las cuales se incluye el análisis de variables adicionales, o simplificando el método.

El desarrollo del método ha sido en siguiente:

- 1916- Petterson (En Gothenberg en Suecia) presentó en primer análisis de estabilidad dividiendo el suelo en tajadas o dovelas.

- 1936- Fellenius propuso el método ordinario o sueco de tajadas.
- 1954- Janbú propuso un método para superficies no circulares.
- 1955- Bishop propuso un método de tajadas muy detallado.
- 1965- Morgenstern y Price propusieron un método muy preciso.
- 1967- Spencer propuso otro método preciso.

A continuación se presenta una tabla resumen de los métodos de Círculos y Dovelas comúnmente utilizados y sus características.

Tabla 9. Relación de Métodos de Círculos y Dovelas para el Análisis de Estabilidad en Taludes.

PROCEDIMIENTO	CONDICION DE EQUILIBRIO SATISFECHA				ECUACIONES E INCOGNITAS	FORMA DE LA SUPERFICIE DE FALLA	APLICABLE A	
	MOMENTO TOTAL	MOMENTO DOVELA IND.	VERT.	HOR.			Cálculos Manuales	Cálculos por Computadora
METODO ORDINARIO DE DOVELAS	Si	No	No	No	1	Circular	Si	Si
METODO DE BISHOP MODIFICADO	Si	No	Si	No	N+1	Circular	Si	Si
METODO DE JANBU PROCEDIMIENTO GENERALIZADO. DE DOVELAS	Si	Si	Si	Si	3N	Cualquiera	Si	Si
METODOS DE SPENCER Y DE MORGENSTERN Y PRICE	Si	Si	Si	Si	3N	Cualquiera	No	Si
METODO DE LOWE Y KARAFIATH	No	No	Si	Si	2N	Cualquiera	Si	Si

8.1.1.2 Métodos Numéricos

El acelerado avance de los sistemas de cómputo ha permitido el desarrollo de programas de computacionales tales como Slope/W, Slide y GEO 5 entre otros, los cuales se basan en el uso de métodos numéricos para el análisis de estabilidad de taludes. Estos sistemas han permitido refinar los modelos de análisis, incorporando información adicional, acercándose más al comportamiento real de los taludes.

El uso de Programas de Computo permiten de una forma rápida y eficiente obtener los factores de seguridad en taludes de mayor de complejidad y empleado variados métodos de análisis.

Las principales metodologías numéricas empleadas para el análisis en la estabilidad de taludes son las siguientes:

Tabla 10. Métodos Numéricos empleados para Análisis de Estabilidad de Taludes.

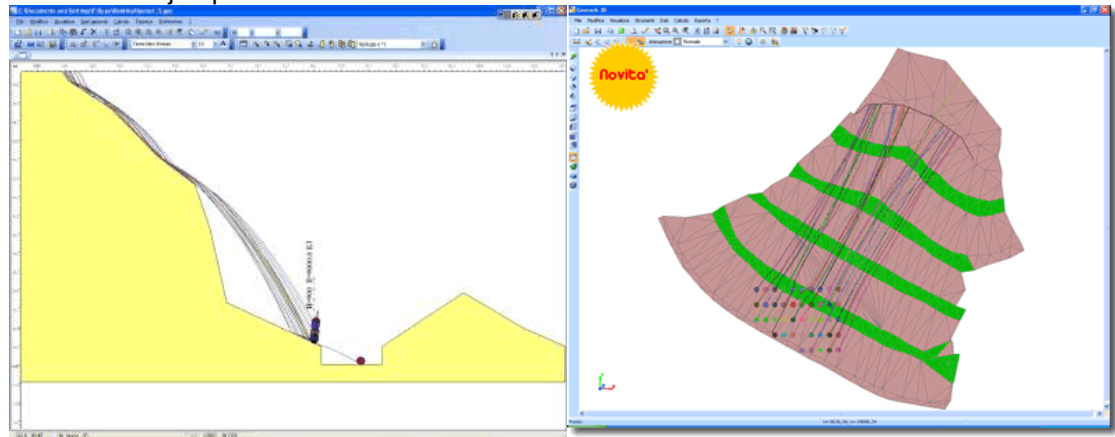
MÉTODO	CARACTERISTICAS	UTILIZACIÓN
Elementos Finitos (FEM)	Se asume una malla de elementos con sus respectivos nodos y las propiedades elastoplásticas de los materiales.	Se aplica a taludes que puedan considerarse como masas continuas sin bloques.
Diferencias Finitas(FDM)	Se elabora una malla con una variedad de relación esfuerzo-deformación.	Se utiliza para modelar masa rocosa con un alto grado de fracturación.
Elementos Distintos o Discretos (DEM)	Se divide el talud en elementos con sus propiedades internas y de las uniones entre los elementos que se pueden mover libremente.	Se aplica para analizar inclinación de bloques.
Elementos de Borde (BEM)	Se discretizan las áreas para poder modelar la ocurrencia de agrietamientos en el talud.	Se utiliza para estudiar problemas de propagación de grietas

8.1.1.3 Métodos Dinámicos

Son métodos empleados generalmente para modelar el caído de rocas o flujos. Los modelos consideran por consiguiente las combinaciones de los movimientos en caída libre, de vuelco, de ruedo y de deslizamiento, que pueden variar a según de las dimensiones de los bloques y de la rugosidad del talud.

Los métodos Dinámicos se aplican mediante el uso de software especializado, para los cuales la confiabilidad del modelo ha sido verificada por medio de comparaciones entre los resultados numéricos y los obtenidos con las pruebas in situ.

Ilustración 34. Ejemplo de Modelación Dinámica de Caído de Rocas.



8.1.2 Métodos de Estabilización de Taludes

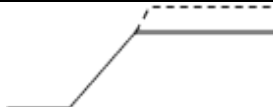
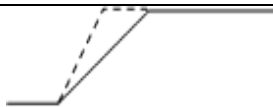
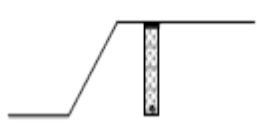
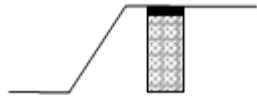
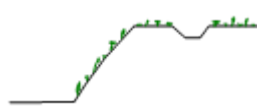
Para la estabilización de un talud, las metodologías empleadas buscan obtener la solución más conveniente, considerando aspectos económicos, la naturaleza del sistema de falla, el tiempo estimado en el que se puede presentar el problema y la disponibilidad de los materiales de construcción, entre otros.

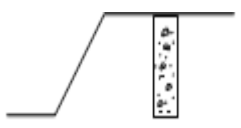
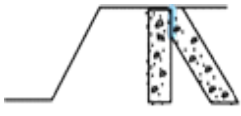
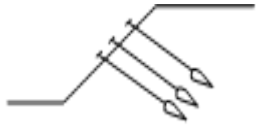
Existen tres grandes grupos de soluciones para lograr la estabilidad de un talud:

- Aumentar la resistencia del suelo: son las soluciones que aplican drenaje en el suelo para bajar el nivel freático o la inyección de sustancias que aumenten la resistencia del suelo, tales como el cemento u otro conglomerante.
- Disminuir los esfuerzos actuantes en el talud: soluciones tales como el cambio de la geometría del talud mediante el corte parcial o total de éste a un ángulo menor o la remoción de la cresta para reducir su altura.
- Aumentar los esfuerzos de confinamiento (σ_3) del talud: se puede lograr la estabilización de un talud mediante obras, como los muros de gravedad, las pantallas atirantadas o las bermas hechas del mismo suelo.

Turnbull y Hvorslev, plantean las siguientes metodologías para la estabilización de taludes.

Tabla 11. Métodos Empleados para la Estabilización de Taludes.

ESQUEMA	MÉTODO APLICABLE	COMENTARIO
I EXCAVACION		
	1. Reducir la altura del talud con excavaciones en la parte superior.	El área debe ser accesible al equipo de construcción. Se requiere de un lugar apropiado para colocar el suelo excavado. Algunas veces se incorpora drenaje a este método.
	2. Tendido del ángulo del talud.	
	3. Excavar banqueta en la parte del talud superior.	
	4. Excavar completamente la masa de deslizamiento.	
II DRENAJE		
	1. Drenes horizontales de pequeño diámetro.	1. Más efectivo si llega al acuífero natural. Los drenes son usualmente de flujo libre.
	2. Zanjas de subdrenaje profundas y continuas. Generalmente a una profundidad de 5 a 15 pies.	2. El fondo de las zanjas debe tener pendiente para drenar y ser conectado con tubería de salida. Debe colocarse tubería perforada en el fondo de las zanjas. La parte superior deberá impermeabilizarse.
	3. Pozos verticales perforados, generalmente de 18-36 pulgadas de diámetro.	3. Puede ser bombeado o conectado con una salida de gravedad. Varios pozos en fila unidos al fondo pueden formar una galería de drenaje. La parte superior de cada pozo deberá ser impermeabilizado.
	4. Mejora en el drenaje superficial a lo largo de la parte superior con cunetas abiertas o canales pavimentados. Sembrar plantas en el talud con raíces profundas y resistentes a la erosión.	4. Buena práctica para la mayoría de los taludes. Dirigir la descarga fuera de la masa deslizante.

II CONTRA FUERTE TIERRA O ROCA (O BERMAS DE RELLENO)		
	1. Excavación de la masa deslizada y remplazo con relleno compactado o contrafuerte de roca triturada. El pie del contrafuerte debe reposar en suelo firme o roca por debajo del plano de deslizamiento. Se utiliza manto de drenaje con salida de flujo por gravedad detrás del talud del contrafuerte.	1. Se requiere acceso para el equipo de construcción y área de almacenaje. El suelo excavado puede utilizarse como relleno. Se Puede requerir calzaduras de estructuras existentes. Si la estabilidad es crítica durante la construcción, se puede realizar en secciones cortas.
	2. Utilización de bermas de relleno compactado o roca en el pie y más allá del pie. Debe proporcionarse drenaje detrás de la berma.	2. Se requiere suficiente ancho y espesor de las bermas de modo que la falla no ocurra Por debajo o a través de las bermas.
IV ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN		
	1. Muro de contención del tipo entramado o cantiléver.	1. Usualmente costoso. Los muros cantiléver pueden ser anclados.
	2. Pilotes verticales vaciados en sitio, con la base cimentada por debajo del plano de falla. Generalmente de diámetro de 18-36 pulgadas y espaciamiento de 4-8 pies.	2. El espaciamiento deberá ser tal que el suelo arquee entre pilotes. Puede utilizarse una viga superficial para amarrar los pilotes. Pilotes de gran diámetro (6 pies) han sido utilizados en deslizamientos profundos.
	3. Pilotes verticales vaciados en sitio anclados a batería de pilotes o bloques de cimentación. La base de los pilotes por debajo del plano de falla. Generalmente de diámetro de 12-30 pulgadas y espaciamiento de 4-8 pies.	3. El espaciamiento lo suficientemente cerca para que el suelo arquee entre pilotes. Los pilotes pueden ser amarrados con viga superficial.
	4. Pernos de anclaje en roca y suelo.	4. Pueden ser usados de taludes altos y en área muy limitadas. Debe ser usado un diseño conservador, especialmente en soportes permanentes.

V TÉCNICAS ESPECIALES		
	1. Grouting 2. Inyección Química	1 y 2. Usados satisfactoriamente en varios casos. En otros casos no fue satisfactorio. La teoría no está completamente desarrollada
	3. Electroósmosis (en suelos finos)	3. Generalmente costoso.
	4. Congelamiento 5. Calentamiento	4 y 5. Métodos que deben ser específicamente evaluados en cada caso. Puede ser costoso. Todas estas técnicas deben ser evaluadas cuidadosamente para determinar el costo y efectividad.

8.2 MODELO Y SOFTWARE UTILIZADO

Para el análisis del modelo geotécnico se utilizó el software para computador SLOPE/W de GEOSTUDIO, es un producto de Software que utiliza la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento de los taludes.

Este programa es una solución gráfica y numérica, la cual opera dentro de la interface gráfica de Microsoft Windows.

8.3 GEOMETRÍA Y ESTRATIGRAFÍA

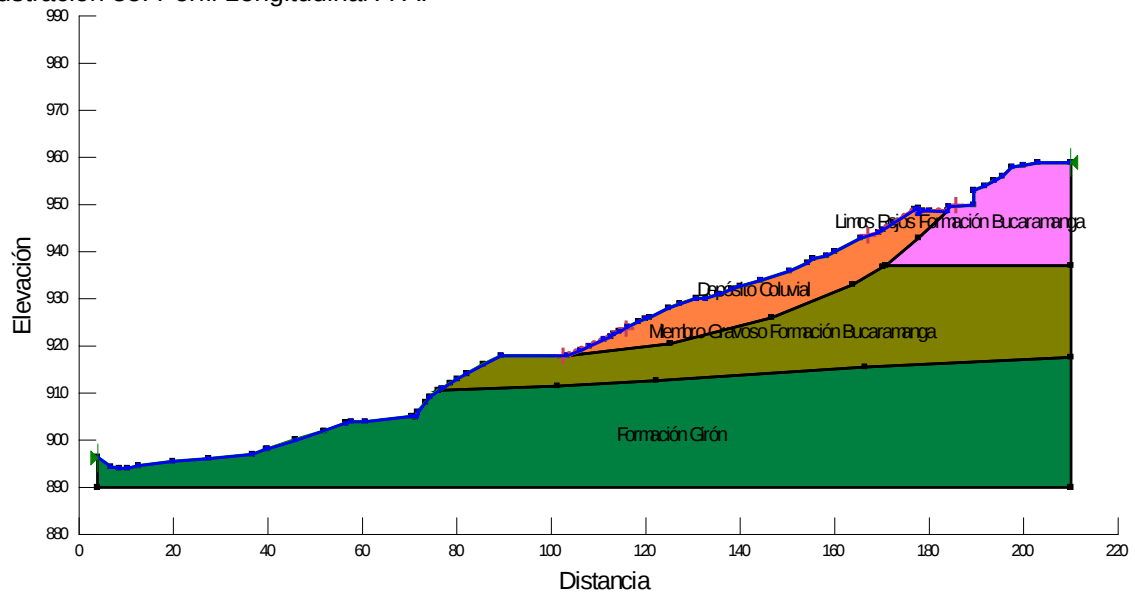
La geometría de los perfiles topográficos analizados para el análisis de estabilidad, fueron suministrados por CONSTRUSUELOS LTDA., el marco del contrato 7536-04 de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (C.D.M.B).

El modelo geotécnico se trabajó con los tipos de material de suelo identificados en las perforaciones realizadas y determinados según el perfil de diseño. Las propiedades de los suelos son las determinadas en el perfil de diseño. De igual

manera, los espesores de los estratos fueron obtenidos a partir de las perforaciones de campo ejecutadas en el sitio del proyecto.

Se analizó un perfil típico, longitudinal al deslizamiento, generándose el Perfil A-A.

Ilustración 35. Perfil Longitudinal A-A.



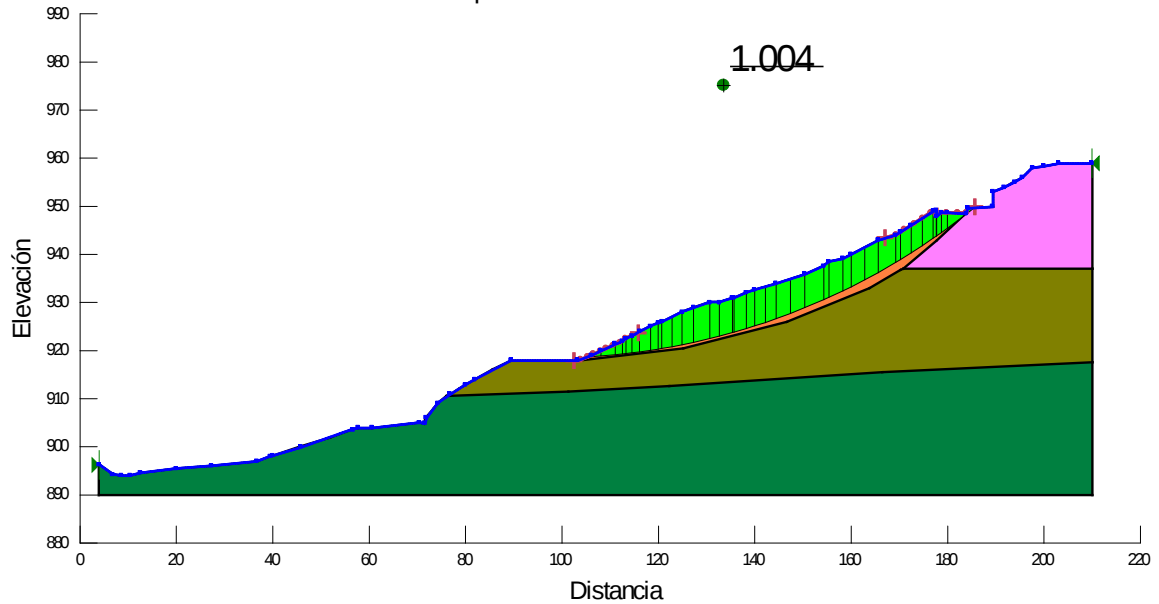
Fuente: elaboración propia.

8.4 ANÁLISIS ESTÁTICO DEL TALUD PREVIO A LA FALLA

Como se mencionó anteriormente, empleado el método del retrocálculo se realizó la calibración del modelo de estabilidad del talud, en el cual los parámetros de resistencia al cortante se ajustaron mediante análisis consecutivos hasta obtener un factor de seguridad de 1.0, estos parámetros de resistencia son utilizados para la evaluación de las alternativas de estabilización. Para este retrocálculo se empleó el método simplificado de Janbú, Bishop, Spencer y Morgenstern – Price.

Teniendo como base la Geometría del problema y el perfil de diseño determinado, se procedió a realizar el análisis estático del talud previo a su falla. (Factor de Seguridad 1.0)

Ilustración 36. Análisis Estático del Talud previo a su falla.



Fuente: elaboración propia.

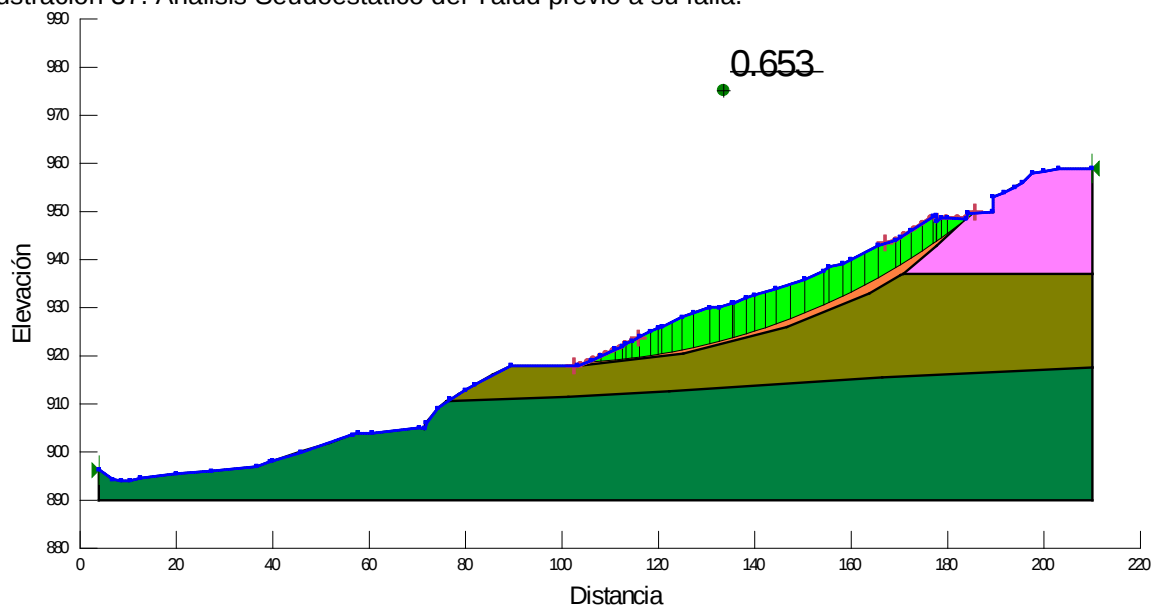
La superficie de Falla fue definida por el depósito de Coluvión y por encima del estrato Gravoso de la Formación Bucaramanga.

8.5 ANÁLISIS SEUDOESTÁTICO DEL TALUD PREVIO A LA FALLA

Una vez realizado el análisis estático del talud previo a su falla, se procedió a analizarlo en condiciones pseudoestáticas, obteniendo un factor de seguridad de 0.65 indicando su vulnerabilidad a eventos sísmicos.

En la siguiente ilustración se muestra los resultados de dicho análisis.

Ilustración 37. Análisis Seudoestático del Talud previo a su falla.



Fuente: elaboración propia.

9 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD

Dada la geometría del talud, así como la magnitud del movimiento en masa y las condiciones de saturación presentes en los diferentes estratos, las diferentes alternativas de solución se plantean aplicando la siguientes estrategias:

1. Aumentar la resistencia del suelo por medio de subdrenajes para bajar el nivel freático.
2. Disminuir los esfuerzos actuantes en el talud a través del cambio de la geometría del talud mediante el corte parcial o total de éste a un ángulo menor, así como remover la masa deslizada.
3. Aumentar los esfuerzos de confinamiento (σ_3) del talud. Esto se puede lograr a través de obras, como los muros de gravedad, pilotes, etc.

Las alternativas a continuación planteadas, se proponen con la aplicación de alguna de las estrategias antes mencionadas o la combinación de las mismas. Estas obras de estabilización, se proponen con el fin de mitigar los efectos del movimiento en masa sobre el corredor vial y de esta forma recuperar su transitabilidad.

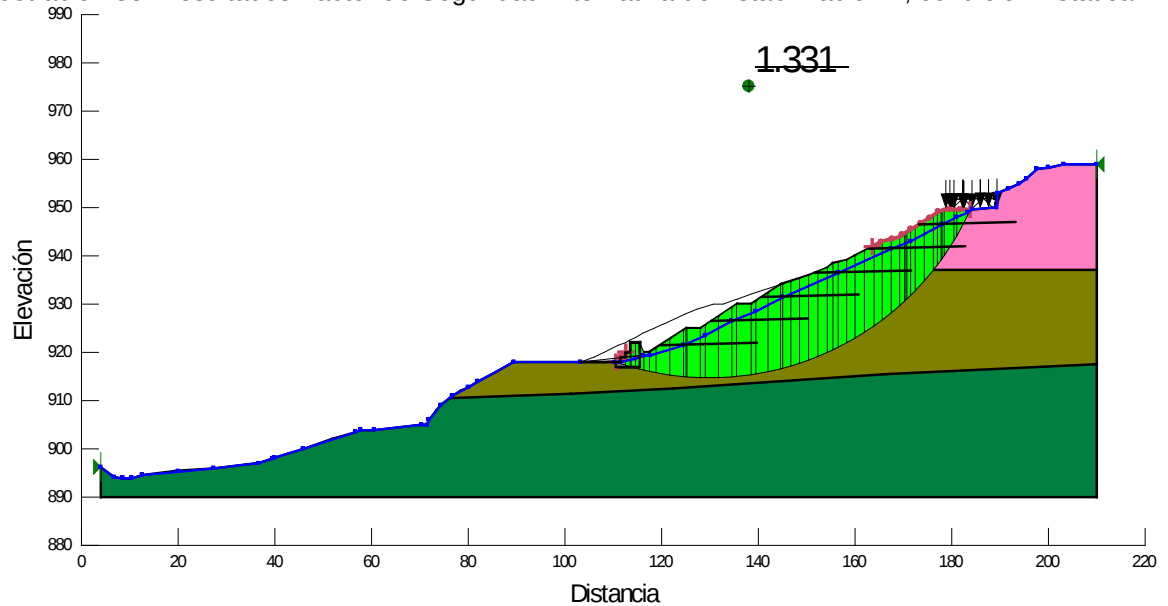
9.1 ALTERNATIVA 1: CAMBIO EN LA GEOMETRÍA DEL TALUD Y OBRAS DE DRENAJE

Se propone y el tendido del talud con una relación 1.5H/1V y la construcción de bermas intermedias de 3 m. Adicionalmente, se plantea la remoción del material en el pie del deslizamiento acompañado de un muro de gravedad, el cual cumple la función de contención del material y contrapeso a la masa a deslizar.

Como complemento se requiere la construcción de subdrenes de penetración en el talud con el fin de abatir el nivel freático y controlar las aguas superficiales a través de un sistema de canales.

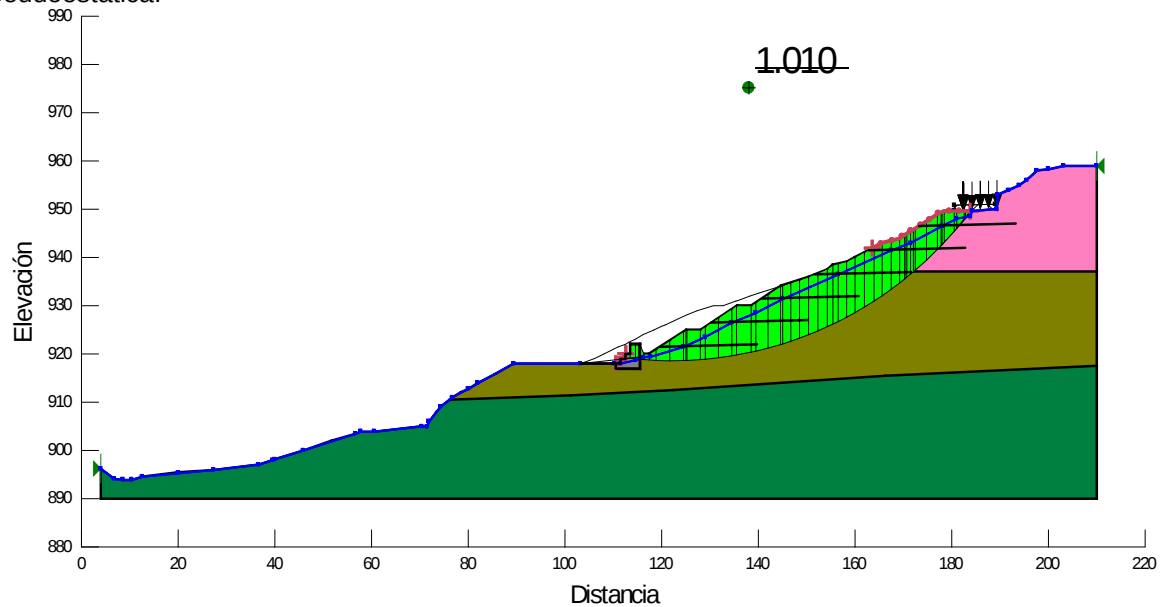
A continuación se presenta los resultados del modelamiento de la alternativa para condiciones estáticas y seudoestáticas, indicando el Factor de Seguridad correspondiente. (Incluye cargas de servicio en la vía)

Ilustración 38. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 1, condición Estática.



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 39. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 1, condición Seudoestática.



Fuente: elaboración propia.

9.2 ALTERNATIVA 2: CAMBIO EN LA GEOMETRÍA DEL TALUD COMPLEMENTADO CON OBRAS DE DRENAJE Y CONTENCIÓN

Se propone y el tendido del talud con una relación 1.5H/1V y la construcción de bermas intermedias de 3 m. Adicionalmente, se plantea la remoción del material en el pie del deslizamiento acompañado de un muro de gravedad, el cual cumple la función de contención del material y contrapeso a la masa a deslizar.

Como complemento se requiere la construcción de subdrenes de penetración en el talud con el fin de abatir el nivel freático y controlar las aguas superficiales a través de un sistema de canales.

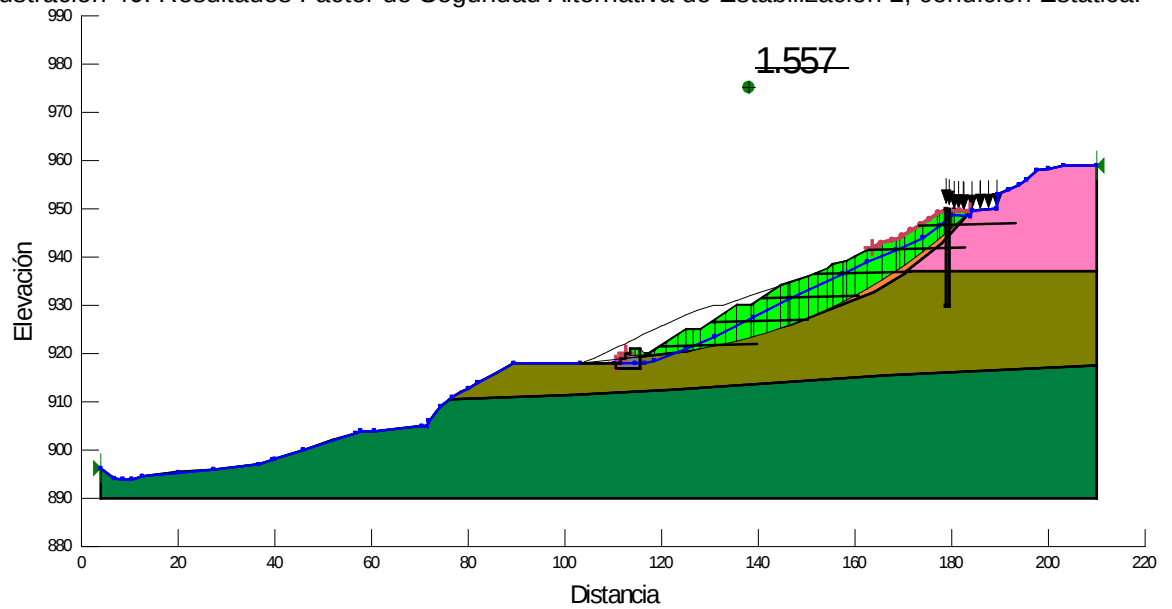
En la parte superior del talud, se construirá un grupo de pilotes pre excavados reforzados de diámetro 30 cm, 1.5 m de separación entre centros y 20m de profundidad, depuestos en 2 filas alternadas. Tendrán como estructura de amarre una viga cabezal de 1.2 x 0.50, la cual incluye una aleta de 1 m de altura y 30 cm de espesor que servirá como contención de la estructura de pavimento de la calzada a recuperar.

El refuerzo del pilote consistirán en 3 varillas de 1/2 de pulgada, las cuales aportarán la resistencia al cortante. La resistencia al cortante del pilote individual se calcula a través de la siguiente expresión: $0.75 \cdot A_s \cdot F_y$, donde el A_s es la suma total del área del acero del refuerzo y el F_y del acero.

Para el caso de 3 varillas de 1/2 pulgada de diámetro, se tiene que la resistencia al corte es de 116 KN.

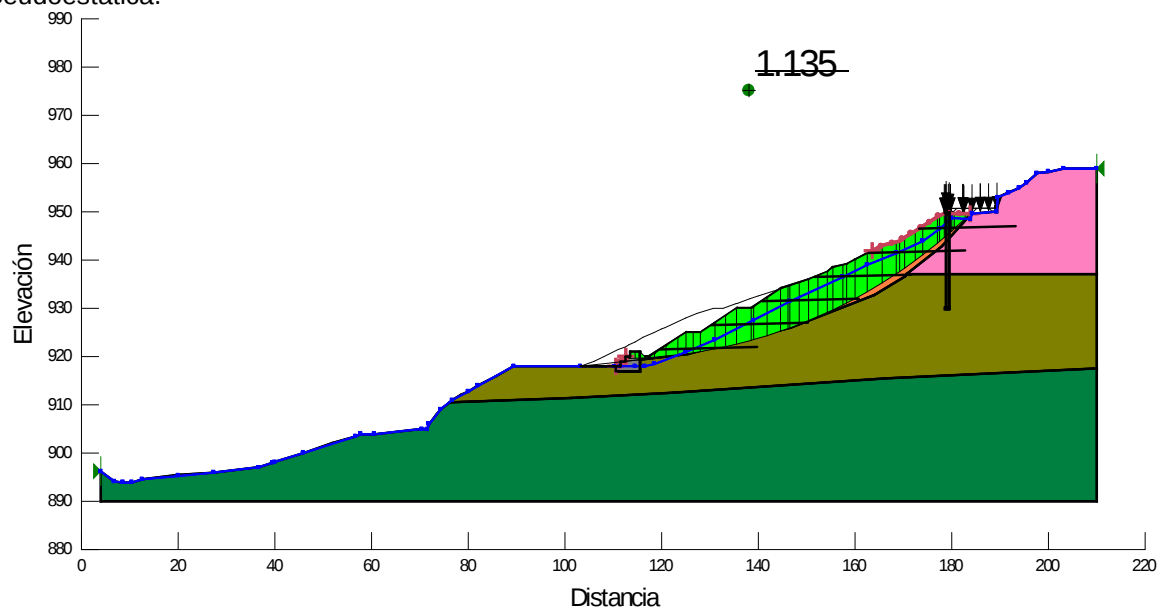
A continuación se presenta los resultados del modelamiento de la alternativa para condiciones estáticas y seudoestáticas, indicando el Factor de Seguridad correspondiente.

Ilustración 40. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 2, condición Estática.



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 41. Resultados Factor de Seguridad Alternativa de Estabilización 2, condición Seudoestática.



Fuente: elaboración propia.

9.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

El análisis comparativo de las alternativas se realizará desde el punto de vista técnico y económico.

Para el análisis técnico, se compararán las alternativas de solución teniendo en cuenta la Evaluación de la amenaza, definida como proceso mediante el cual se determina la probabilidad de ocurrencia y la severidad de un fenómeno de remoción en masa en el talud. Para el presente estudio, la amenaza se determinó mediante la evaluación de los factores de seguridad calculados en la modelación geotécnica y clasificándola con base en los siguientes criterios:

Tabla 12 Clasificación de la Amenaza según en FS.

Condición Estática	FS
Amenaza Baja	> 1.5
Amenaza Media	$1.25 - 1.5$
Amenaza Alta	< 1.25
Condición Seudoestática	FS
Amenaza Baja	> 1.20
Amenaza Media	$1.0 - 1.20$
Amenaza Alta	< 1.0

Fuente: elaboración propia.

Para la comparación económica de las alternativas de solución, se cuantificaron y valoraron las principales actividades de obra a ejecutar.

El análisis comparativo arrojó los siguientes resultados:

Tabla 13. Tabla Resumen Comparativo Alternativas de Solución.

	CONDICIÓN PREVIA A LA FALLA	ALTERNATIVA DE ESTABILIZACIÓN 1	ALTERNATIVA DE ESTABILIZACIÓN 2
CONDICIÓN ESTÁTICA			
Factor de Seguridad	1.00	1.33	1.56
Amenaza	Alta	Media	Baja
CONDICIÓN SEUDOESTÁTICA			
Factor de Seguridad	0.65	1.01	1.14
Amenaza	Alta	Media	Media
VALOR ESTIMADO OBRAS DE MITIGACIÓN	N.A.	\$1.030 Millones	\$2.153 Millones

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar la alternativa de solución No. 1, si bien su amenaza es media, los Factores de Seguridad no cumplen con los mínimos establecidos por la NSR-2010 en su título H, para las condiciones Estáticas y Seudoestáticas.

Tabla 14. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos.

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

Fuente: NSR 2010.

En conclusión se recomienda la ejecución de las obras de mitigación planteadas en la Alternativa N. 2.

10 CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis realizados, se concluye que el corredor vial Panorama - La Cumbre, se ve afectado por un fenómeno de remoción en masa correspondiente a un fallo geotécnico que se clasifica como movimiento lento de ladera retrogresivo y rotacional, el cual es generado por el desplazamiento del coluvión sobre el estrato gravoso. Este fenómeno se encuentra incrementado por la infiltración del agua lluvia en el depósito superior y presencia de aguas subterráneas posiblemente provenientes del Acuífero Semiconfinado de La Cumbre.

El movimiento en masa fue detectado entre los años 70 y 80 del siglo pasado, y se ha reactivado en varias ocasiones los últimos diez años, especialmente a causa de periodos con alta intensidad de lluvias, como se evidenció en los años 2005 y 2010. Entre los años 2007 y 2011 la rata del movimiento aumentó, como consecuencia de la falla de las estructuras de contención construidas con el corredor vial. En la actualidad, cubre una extensión de 4.000 m² y afectó la calzada del corredor vial Panorama – La Cumbre obligando a su cierre.

A partir del reconocimiento de campo y del estudio geológico, se identificaron rasgos que indican la presencia de: un Depósito Coluvial de arenas arcillosas; un Estrato Gravoso de la formación Bucaramanga conformado arenas arcillosas con presencia de gravas y arcillas arenosas; y un Estrato Rocoso de la Formación Girón, conformada por arcillolitas y areniscas rojizas. Asimismo, se estableció un estrato Limoso de la formación Bucaramanga, conformado limos rojos, localizado en la parte superior del talud.

Dada la geometría del talud, así como la magnitud del movimiento en masa y las condiciones de saturación presentes en los diferentes estratos, se plantearon alternativas de mitigación, aplicando las siguientes estrategias:

1. Aumentar la resistencia del suelo por medio de subdrenajes para bajar el nivel freático.
2. Disminuir los esfuerzos actuantes en el talud a través del cambio de la geometría del talud mediante el corte parcial o total de éste a un ángulo menor, así como remover la masa deslizada.
3. Aumentar los esfuerzos de confinamiento (σ_3) del talud. través de obras de contención como muros de gravedad y pilotes.

Las obras de estabilización, se proponen con el fin de mitigar los efectos del movimiento en masa sobre el corredor vial y de esta forma recuperar su transitabilidad.

Se analizaron comparativamente las diferentes alternativas desde el punto de vista técnico y económico. Para el análisis técnico se compararon las alternativas de solución teniendo en cuenta la Evaluación de la amenaza, definida como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de remoción en masa en el talud. La Amenaza se determinó mediante la evaluación de los factores de seguridad calculados en la modelación geotécnica y su respectiva clasificación.

El análisis comparativo arrojó los siguientes resultados:

	CONDICIÓN PREVIA A LA FALLA	ALTERNATIVA DE ESTABILIZACIÓN 1	ALTERNATIVA DE ESTABILIZACIÓN 2
CONDICIÓN ESTÁTICA			
Factor de Seguridad	1.00	1.33	1.56
Amenaza	Alta	Media	Baja
CONDICIÓN SEUDOESTÁTICA			
Factor de Seguridad	0.65	1.01	1.14
Amenaza	Alta	Media	Media
VALOR ESTIMADO OBRAS DE MITIGACIÓN	N.A.	\$1.030 Millones	\$2.153 Millones

Dado que la alternativa de solución No. 1, no cumplen con los mínimos establecidos por la NSR-2010 en su título H, para las condiciones Estáticas y Seudoestáticas, se recomienda adelantar las obras de mitigación propuestas en la Alternativa 2.

Por lo anotado las obras de estabilización recomendadas a ejecutar son las siguientes y sus detalles constructivos se encuentran en los planos anexos

Movimientos de tierra con el fin de buscar el tendido del talud con una relación 1.5H/1V y la construcción de bermas intermedias de 3 m. Adicionalmente, se plantea la remoción del material deslizado en el pie del deslizamiento acompañado de un muro de contención de gravedad, el cual cumple la función de contención del material y contrapeso a la masa a deslizar.

La construcción de subdrenes de penetración en el talud con el fin de abatir el nivel freático y controlar las aguas superficiales a través de un sistema de canales.

En la parte superior del talud, construir dos filas alternadas de pilotes reforzados de diámetro 30 cm, 1.5 m de separación entre centros y 20m de profundidad, los cuales tendrán como estructura de amarre una viga cabezal de 1.20 x 0.50, la cual incluye una aleta de 1 m de altura y 30 cm de espesor que servirá como contención de la estructura de pavimento de la calzada a recuperar.

Adicionalmente a las obras de estabilización se requiere la ejecución de actividades de monitoreo y control del talud a través de:

- Inclínómetros.
- Piezómetros.
- Control Topográfico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INVIAS (1998). Manual de Estabilidad de Taludes. Editorial ECI.

SUAREZ, J (1998) Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Ediciones UIS.

BOWLES, J. (1996), “Foundation Analysis and Design” 5th Edition, McGraw-Hill.

DAS, B. (2001), “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”, Thomson Learning.

“Código Colombiano de Sismorresistencia NSR-98”.

INGENIERIA DE SUELOS (1994). .Estudio de Suelos conexión vial Bucarica – Panorama, Floridablanca.

INGENIERA DE SUELOS (2001). Estudio Geotécnico y Diseño Deslizamiento Ladera del Barrio La Cumbre (Barrios el Carmen y Villa Alcázar) Floridablanca.

COMPAÑÍA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA – UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (2003). Memorias Asesoría de Prospección Geofísica y Estudio Hidrogeológico en la Zona del Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta.

GEOTECNOLOGIA LTDA (2006). Estudio Geotécnico, Diseño de Pavimento flexible y Obras de Estabilización – Conexión Vial Bucarica Panorama (Floridablanca).

INGEOMINAS (2007). Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta.

GEOTECNOLOGIA LTDA (2009). Estudio Geotécnico Preliminar Deslizamiento Conexión Vial Bucarica Panorama.

COSTRUSUELOS LTDA. (2011). Consultoría Para El Diseño de Obras de estabilización, en los sectores: a) Corredor Vial Panorama – La Cumbre; b) Colegio Microempresarial del barrio El Carmen; c) Colegio Microempresarial del Barrio Villaluz; d) Colegio Isidro Caballero del Barrio La Castellana; del municipio de Floridablanca.

Apuntes de Clase Maestría en Geotecnia UIS.

ANEXOS

ANEXO A: SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEXO B: APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEXO C: CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.

ANEXO D: PLANOS DE CONSTRUCCIÓN.

ANEXO A

SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
27-09-2011

SONDEO N°
1

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón oscuro, presenta fragmentos líticos de areniscas, alto grado de meteorización.	0.45	14-14-14 de 0.00 a 0.45	SPT	1			4.96				
1.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón claro, presencia de fragmentos líticos de roca ígnea intrusiva de textura faneítica granito, alto grado de meteorización.	0.90	16-9-8 de 0.45 a 0.90	SPT	2			4.55				
			1.35	4-5-10 de 0.90 a 1.35	SPT	3			16.73				
2.0			1.80	10-10-10 de 1.35 a 1.80	SPT	4	SC		15.38	25.00	13.88	11.12	24.74
		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón oscuro, presencia de fragmentos líticos tamaño guija, grado de consolidación bajo, alto grado de meteorización.	2.25	7-15-20 de 1.80 a 2.25	SPT	5			11.16				
3.0			2.70	18-20-23 de 2.25 a 2.70	SPT	6			5.63				
			3.15	13-13-16 de 2.70 a 3.15	SPT	7			11.11				
			3.60	17-17-16 de 3.15 a 3.60	SPT	8			12.97				
4.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla muy rígida, color marrón rojizo, presencia de fragmentos líticos tamaño guija, presenta arenas muy finas, se observan arcillas rojizas debido a oxidación, presenta minerales ricos en hierro, grado de consolidación bajo, alto grado de meteorización.	4.05	15-16-17 de 3.60 a 4.05	SPT	9	SC		20.73	32.00	17.05	14.95	43.55
			4.50	17-14-14 de 4.05 a 4.50	SPT	10			17.54				
5.0			4.95	8-10-13 de 4.50 a 4.95	SPT	11			3.06				
			5.40	13-12-12 de 4.95 a 5.40	SPT	12			15.59				

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
27-09-2011

SONDEO N°
1

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
6.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla muy rígida, color marrón rojizo, presencia de fragmentos líticos tamaño guija, presenta arenas muy finas, se observan arcillas rojizas debido a oxidación, presenta minerales ricos en hierro, grado de consolidación bajo, alto grado de meteorización.	5.85	10-12-12 de 5.40 a 5.85	SPT	13	CL		21.97	32.00	18.33	13.67	54.77
			6.30	12-16-17 de 5.85 a 6.30	SPT	14			19.39				
			6.75	14-14-21 de 6.30 a 6.75	SPT	15			20.18				
7.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla muy rígida, color marrón claro, grado de consolidación moderado, alto grado de meteorización.	7.20	21-21-11 de 6.75 a 8.20	SPT	16			16.92				
			7.65	11-14-14 de 8.20 a 8.65	SPT	17	CL		19.05	40.00	22.54	17.46	59.48
8.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla muy rígida color marrón oscuro, presenta arenas finas y arcillas rojas, grado de consolidación bajo, alto grado de meteorización.	8.10	14-15-18 de 8.65 a 9.10	SPT	18			26.44				
			8.55	16-18-18 de 9.10 a 9.55	SPT	19			20.07				
9.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón oscuro, presenta arenas finas en baja proporción, grado de consolidación moderado, alto grado de meteorización.	9.00	13-13-14 de 9.55 a 10.00	SPT	20	SC		25.63	34.00	17.47	14.03	48.65
			9.45	14-32-50 de 10.00 a 10.45	SPT	21			26.32				
10.0			9.90	42-39-42 de 10.45 a 10.90	SPT	22			22.36				

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
27-09-2011

SONDEO N°
1

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
11.0		Suelo aluvial compuesto por grava densa, color marrón claro, presenta fragmentos líticos que van de arena muy gruesa a guijas provenientes de rocas metamórficas masivas y macizas, moderado grado de meteorización.	10.35	40-40-42 de 10.90 a 11.35	SPT	23	CL		25.68	30.00	17.25	12.75	53.77
12.0		Suelo aluvial compuesto por grava densa, color marrón rojizo, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	12.35	BARRENA de 11.35 a 13.35	Barrena	24			5.88				
13.0		Suelo aluvial compuesto por grava densa, color marrón claro, presencia de guijas, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización. Ensayo Corte Directo Prof. 12.80-14.80 m Ø=35º C=0.11 kg/cm²	12.80	42-44-47 de 13.35 a 13.80	SPT	25	GP		8.12	NP	NP	NP	2.10
14.0		Suelo aluvial compuesto por grava densa, color marrón oscuro, presencia de fragmentos líticos provenientes de roca sedimentaria arenisca, moderado grado de meteorización.	14.80	BARRENA de 13.80 a 15.80 42/6" rechazo	Barrena SPT	26							
15.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla dura, color marrón claro, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	16.80	BARRENA de 15.80 a 17.80	Barrena	27	GP-GM		8.45	24.00	14.54	9.46	7.63
16.0		Suelo aluvial compuesto por grava de nsa, color marrón, presencia arena fina y media, bajo grado de consolidación, moderado grado de meteorización.	14.25	42-44-46R de 17.80 a 18.25	SPT	28	CL		19.94	33.00	17.56	15.44	51.68
17.0		Suelo aluvial compuesto por grava densa, color marrón claro, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	18.75	BARRENA de 19.75 a 19.75	Barrena	29	GW		8.59	NP	NP	NP	2.92
18.0		Suelo aluvial compuesto por grava densa, color marrón claro, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	19.20	42-44-44R de 19.75 a 20.20	SPT	30	CL		7.41	33.00	17.56	15.44	51.68
19.0													

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
28-09-2011

SONDEO N°
2

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0.0		Suelo coluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón claro, presenta arena fina a muy fina en baja proporción, presenta material vegetal en baja proporción, evidente alteración de plagioclasas a sericita, presenta arcillas blanca, alto contenido de muscovita y plagioclasa, grado de consolidación bajo, alto grado de meteorización.	0.45	1-1-1 de 0.00 a 0.45	SPT								
1.0			0.90	2-1-1 de 0.45 0.90	SPT	1			13.74				
2.0													
3.0			2.40	BARRENA de 0.90 a 2.40	HQ	2	CL		18.78	37.00	20.35	16.65	56.23
			2.85	6-7-8 de 2.40 a 2.85	SPT								
			3.30	8-10-12 de 2.85 a 3.30	SPT	3			11.04				
4.0													
5.0		Suelo coluvial compuesto por arcilla rígida, color marrón pardo, presenta arena muy fina en baja proporción, presenta fragmentos líticos con esquisticidad, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	4.80	BARRENA de 3.30 a 4.80	HQ	4			20.44				
6.0			5.25	15-5-6 de 4.80 a 5.25	SPT								
			5.70	6-7-9 de 5.25 a 5.70	SPT	5	SC		25.15	37.00	22.55	14.45	48.98
7.0		Suelo coluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón claro, presenta arena muy fina, presenta fragmentos líticos, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización. Ensayo Corte Directo Prof. 7.65-9.25 m Ø=29° C=0.37 kg/cm²	7.20	BARRENA de 5.70 a 7.20	HQ	6	CL		23.3	37.00	21.52	15.48	52.31
8.0			7.65	9-8-7 de 7.20 a 7.65	SPT	7			18.38				
9.0													

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
28-09-2011

SONDEO N°
2

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
10.0		Suelo coluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón claro, presenta arena muy fina, presenta fragmentos líticos, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización. Ensayo Corte Directo Prof. 7.65-9.25 m $\phi=29^\circ$ C=0.37 kg/cm ²	9.25	BARRENA de 7.65 a 9.25	HQ	8							
			9.70	10-16-18 de 9.25 a 9.70	SPT	9	SC		21.4	38.00	22.34	15.66	44.37
11.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón oscuro, presenta fragmentos líticos gránulos y guijas, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	11.20	BARRENA de 9.70 a 11.20	HQ	10	SC		16.40	38.00	20.75	17.25	44.95
12.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa firme, color marrón claro, presenta partículas de cuarzo, alto grado de meteorización.	11.65	20-26-38R de 11.20 a 11.65	SPT	11							
13.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa densa, color marrón claro, presenta arena en baja proporción, presenta cristales de plagioclasa muy alterados, alto grado de meteorización.											
14.0		Suelo aluvial compuesto por arena limosa densa, color marrón claro, presencia de fragmento líticos tamaño guijas, grado de consolidación bajo, alta meteorización. Ensayo Corte Directo Prof. 13.15-14.65 m $\phi=30^\circ$ C=0.10 kg/cm ²	13.15	BARRENA de 11.65 a 13.15 60/6" rechazo	HQ SPT	12	SC		22.04	40.00	22.43	17.57	47.58

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
28-09-2011

SONDEO N°
2

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
15.0		Suelo aluvial compuesto por arena limosa densa, color marrón claro, contenido de micas y cuarzo, grado de consolidación bajo, alta meteorización.	14.65	BARRENA de 13.15 a 14.65	HQ	13							
			15.10	40-46-49 de 14.65 a 15.10	SPT	14	SM		25.64	NP	NP	NP	26.87
16.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa densa, color marrón pardo, presenta micas cuarzo y feldespato, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.											
			16.60	BARRENA de 15.10 a 16.60	HQ	15	CL		27.52	38.00	21.78	16.22	52.11
17.0				40/6" rechazo	SPT								
18.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa densa, color marrón, contenido cuarzo, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	18.10	BARRENA DE 16.60 A 18.10	HQ	16			25.05				
			18.55	40-46-48 de 18.10 a 18.55	SPT	17	SC		24.23	35.00	20.89	14.11	47.09
19.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa densa, color marrón pardo, presenta micas cuarzo y feldespato, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.											
20.0			20.05	BARRENA de 18.55 a 20.05	HQ	18							

Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



Construsuelos Ltda

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

CLIENTE: CDMB

LOCALIZACION: FLORIDABLANCA

Coordenadas X Y

Tipo sondeo
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución
20-09-2011

Fin Ejecución
28-09-2011

SONDEO N°
2

OPERADOR
CARLOS CABRERA

SUPERVISOR
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
21.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla dura, color marrón pardo, contenido de arenas en bajo porcentaje, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.		rechazo	SPT	19	SC		19.56	34.00	18.96	15.04	48.19
22.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla dura, color marrón, contenido de micas, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	22.00	BARRENA de 20.05 a 22.00	HQ	20			25.14				
23.0		Suelo aluvial compuesto por grava arcillosa densa, color marrón pardo, contenido de micas y cuarzo, presencia de arenas, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	22.45	48-49-51 de 22.00 a 22.45	SPT	21	CL		21.29	33.00		13.27	50.98
24.0		Ensayo Corte Directo Prof. 22.45-24.00 m Ø=25º C=0.33 kg/cm²	24.00	BARRENA de 22.45 a 24.00	HQ	22							
25.0		Suelo aluvial compuesto por grava arcillosa densa, color marrón pardo, principalmente tamaño guijas, contenido de micas y feldespato, bajo grado de consolidación, alto grado de meteorización.	25.50	60/6" rechazo	SPT								
26.0		Grava arcillosa densa, color marrón pardo, contenido de cuarzo y feldespato, en la parte inferior presenta roca sedimentaria arenisca, alto grado de meteorización.	27.00	BARRENA de 24.00 a 25.50	HQ	23	GC		16.17	34.00	20.22	13.78	41.34
27.0				BARRENA de 25.50 a 27.00	HQ	24							
28.0													

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



CONSTRUSUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN 1-2-3-4 PROF. 0,00-1,80 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

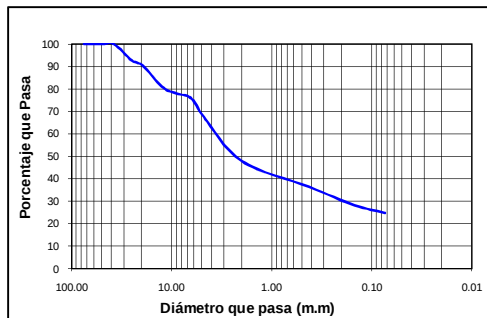
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 42.60	57.40	39.10	44.40
W tara + S. Seco	: 40.90	55.20	34.50	39.40
W tara	: 6.60	6.90	7.00	6.90
W Suelo Seco	: 34.30	48.30	27.50	32.50
W Agua	: 1.70	2.20	4.60	5.00
Humedad Natural %	: 4.96	4.55	16.73	15.38

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	50.20	7.27	92.73
3/4	19.50	15.50	2.25	90.48
1/2	12.50	65.10	9.43	81.05
3/8	9.50	19.00	2.75	78.30
1/4	6.35	17.20	2.49	75.81
4	4.76	57.50	8.33	67.48
10	2.00	134.70	19.51	47.97
40	0.43	80.10	11.60	36.37
100	0.149	56.10	8.13	28.24
200	0.074	24.20	3.51	24.74
PASA 200	.....	171.3		
TOTAL		690.86		

W suelo inicial seco :	690.40	grs
W suelo despues de lavado:	519.60	grs
Porcentaje de error :	0.07	%



GRAVA: 32.52

ARENA: 42.74

FINOS: 24.74

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

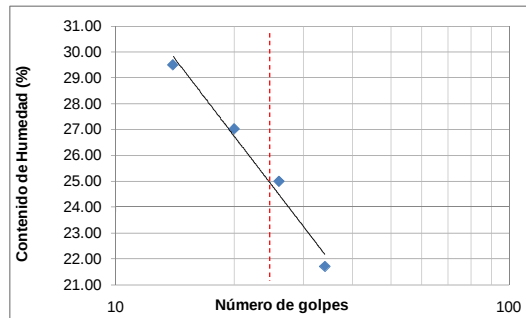
INV. E - 125

Tara No.	18	69	67	188
W Tara + S. Hum.	22.80	27.60	27.60	22.50
W tara + S. Seco	20.00	23.80	23.60	18.90
W tara	7.10	8.60	8.80	6.70
W Suelo Seco	12.90	15.20	14.80	12.20
W Agua	2.80	3.80	4.00	3.60
Humedad %	21.71	25.00	27.03	29.51
No. de Golpes	34	26	20	14

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	210	100	308	
W tara + S. Hum.	22.70	25.10	23.60	
W tara + S. Seco	20.70	22.90	21.70	
W tara	6.40	6.70	8.20	
W Suelo Seco	14.30	16.20	13.50	
W Agua	2.00	2.20	1.90	
Humedad %	13.99	13.58	14.07	13.88



LIMITE LIQUIDO: 25.00

LIMITE PLASTICO: 13.88

INDICE PLASTICO: 11.12

USC SC
A.A.S.H.O A-2-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN 5-6-7-8-9 PROF. 1,80-4,05 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

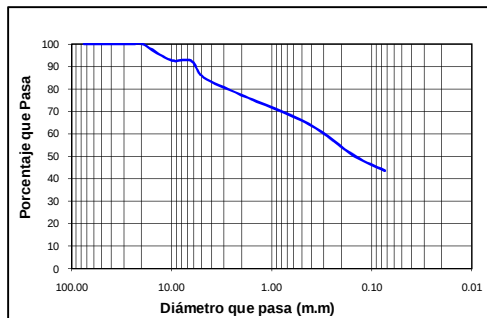
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 34.80	45.20	52.10	48.70	26.70
W tara + S. Seco	: 32.00	43.20	47.60	43.90	23.30
W tara	: 6.90	7.70	7.10	6.90	6.90
W Suelo Seco	: 25.10	35.50	40.50	37.00	16.40
W Agua	: 2.80	2.00	4.50	4.80	3.40
Humedad Natural %	: 11.16	5.63	11.11	12.97	20.73

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	23.00	5.31	94.69
3/8	9.50	9.40	2.17	92.52
1/4	6.35	0.00	0.00	92.52
4	4.76	32.20	7.43	85.09
10	2.00	33.90	7.82	77.27
40	0.43	56.00	12.92	64.34
100	0.149	61.60	14.22	50.13
200	0.074	28.50	6.58	43.55
PASA 200	.....	189.2		
TOTAL		433.76		

W suelo inicial seco :	433.30	grs
W suelo despues de lavado:	244.60	grs
Porcentaje de error :	0.11	%



GRAVA: 14.91

ARENA: 41.54

FINOS: 43.55

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

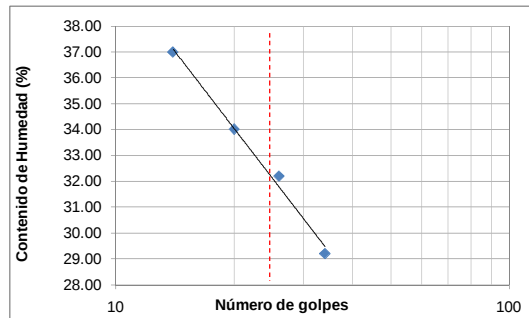
INV. E - 125

Tara No.	62	76	33	208
W Tara + S. Hum.	21.50	22.60	20.60	20.00
W tara + S. Seco	18.20	18.80	17.30	16.30
W tara	6.90	7.00	7.60	6.30
W Suelo Seco	11.30	11.80	9.70	10.00
W Agua	3.30	3.80	3.30	3.70
Humedad %	29.20	32.20	34.02	37.00
No. de Golpes	34	26	20	14

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	216	92	53	
W tara + S. Hum.	21.10	22.50	21.80	
W tara + S. Seco	19.00	20.20	19.80	
W tara	6.70	7.00	7.80	
W Suelo Seco	12.30	13.20	12.00	
W Agua	2.10	2.30	2.00	
Humedad %	17.07	17.42	16.67	17.05



LIMITE LIQUIDO: 32.00

LIMITE PLASTICO: 17.05

INDICE PLASTICO: 14.95

USC SC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRUSUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN 10-11-12-13 PROF. 4,05-5,85 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

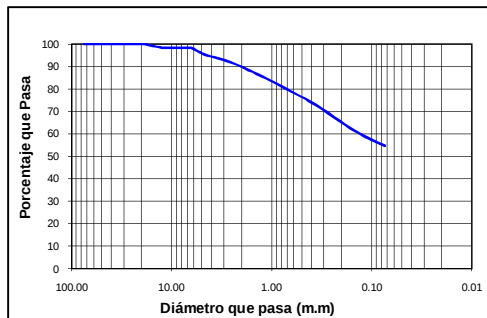
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 39.80	49.10	46.00	49.00
W tara + S. Seco	: 34.80	47.90	40.70	41.40
W tara	: 6.30	8.70	6.70	6.80
W Suelo Seco	: 28.50	39.20	34.00	34.60
W Agua	: 5.00	1.20	5.30	7.60
Humedad Natural %	: 17.54	3.06	15.59	21.97

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	7.90	1.62	98.38
3/8	9.50	1.00	0.20	98.18
1/4	6.35	0.00	0.00	98.18
4	4.76	13.50	2.77	95.41
10	2.00	27.10	5.55	89.86
40	0.43	73.90	15.14	74.71
100	0.149	64.90	13.30	61.41
200	0.074	32.40	6.64	54.77
PASA 200	.....	268.3		
TOTAL		488.96		

W suelo inicial seco :	488.00	grs
W suelo despues de lavado:	220.20	grs
Porcentaje de error :	0.20	%



GRAVA: 4.59

ARENA: 40.64

FINOS: 54.77

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

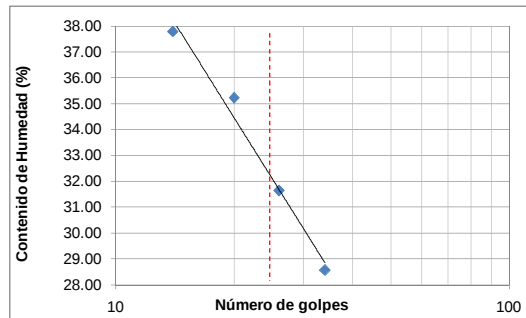
INV. E - 125

Tara No.	219	142	323	302
W Tara + S. Hum.	20.20	19.10	20.70	21.00
W tara + S. Seco	17.20	16.60	17.60	17.60
W tara	6.70	8.70	8.80	8.60
W Suelo Seco	10.50	7.90	8.80	9.00
W Agua	3.00	2.50	3.10	3.40
Humedad %	28.57	31.65	35.23	37.78
No. de Golpes	34	26	20	14

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	35	162	4	
W tara + S. Hum.	21.70	21.40	25.20	
W tara + S. Seco	19.70	19.10	22.50	
W tara	8.70	6.80	7.60	
W Suelo Seco	11.00	12.30	14.90	
W Agua	2.00	2.30	2.70	
Humedad %	18.18	18.70	18.12	18.33



LIMITE LIQUIDO: 32.00

LIMITE PLASTICO: 18.33

INDICE PLASTICO: 13.67

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRUCCIONES SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN 14-15-16-17 PROF. 5,85-8,65 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

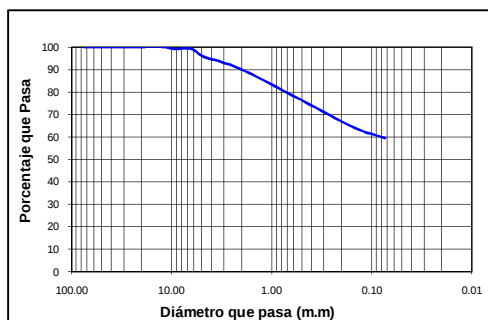
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 57.70	48.10	38.00	32.00
W tara + S. Seco	: 49.40	41.20	33.50	28.00
W tara	: 6.60	7.00	6.90	7.00
W Suelo Seco	: 42.80	34.20	26.60	21.00
W Agua	: 8.30	6.90	4.50	4.00
Humedad Natural %	: 19.39	20.18	16.92	19.05

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	4.10	0.92	99.08
1/4	6.35	0.00	0.00	99.08
4	4.76	15.50	3.48	95.60
10	2.00	25.20	5.65	89.95
40	0.43	68.50	15.37	74.58
100	0.149	47.20	10.59	63.99
200	0.074	20.10	4.51	59.48
PASA 200	.....	265.6		
TOTAL		446.16		

W suelo inicial seco :	445.70	grs
W suelo despues de lavado:	180.60	grs
Porcentaje de error :	0.10	%



GRAVA: 4.40

ARENA: 36.12

FINOS: 59.48

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

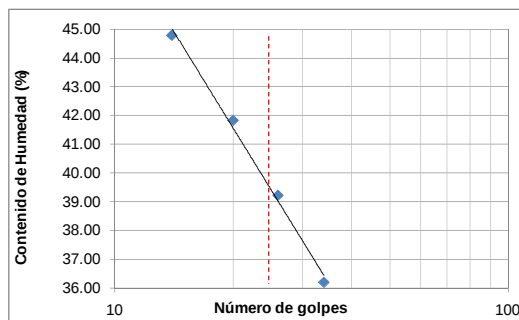
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

		INV. E - 125			
Tara No.		125	564	312	161
W Tara + S. Hum.		21.00	22.70	22.50	20.90
W tara + S. Seco		17.20	18.70	18.40	16.60
W tara		6.70	8.50	8.60	7.00
W Suelo Seco		10.50	10.20	9.80	9.60
W Agua		3.80	4.00	4.10	4.30
Humedad %		36.19	39.22	41.84	44.79
No. de Golpes		34	26	20	14

LIMITE PLASTICO

		INV. E - 126			
Tara No.		140	304	142	
W tara + S. Hum.		25.20	26.80	23.50	
W tara + S. Seco		21.80	23.40	20.80	
W tara		6.90	8.40	8.60	
W Suelo Seco		14.90	15.00	12.20	
W Agua		3.40	3.40	2.70	
Humedad %		22.82	22.67	22.13	22.54



LIMITE LIQUIDO: 40.00

LIMITE PLASTICO: 22.54

INDICE PLASTICO: 17.46

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN 18-19-20 PROF. 8.65-10,00 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

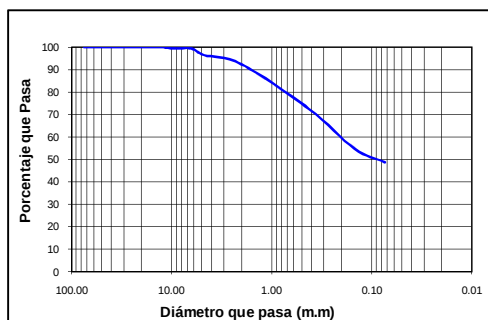
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 50.50	43.20	37.00
W tara + S. Seco	: 41.80	37.10	30.90
W tara	: 8.90	6.70	7.10
W Suelo Seco	: 32.90	30.40	23.80
W Agua	: 8.70	6.10	6.10
Humedad Natural %	: 26.44	20.07	25.63

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	1.90	0.50	99.50
1/4	6.35	0.00	0.00	99.50
4	4.76	11.20	2.96	96.53
10	2.00	15.40	4.08	92.46
40	0.43	75.00	19.85	72.60
100	0.149	67.40	17.84	54.76
200	0.074	23.10	6.11	48.65
PASA 200	.....	184.3		
TOTAL		378.26		

W suelo inicial seco :	377.80	grs
W suelo despues de lavado:	194.00	grs
Porcentaje de error :	0.12	%



GRAVA: 3.47

ARENA: 47.88

FINOS: 48.65

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

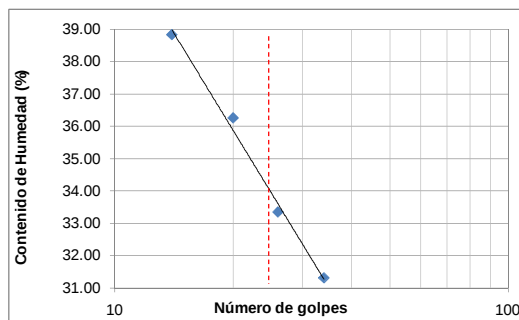
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

		INV. E - 125			
Tara No.		200	22	205	200
W Tara + S. Hum.		22.00	23.30	17.70	18.10
W tara + S. Seco		18.40	19.20	14.80	14.80
W tara		6.90	6.90	6.80	6.30
W Suelo Seco		11.50	12.30	8.00	8.50
W Agua		3.60	4.10	2.90	3.30
Humedad %		31.30	33.33	36.25	38.82
No. de Golpes		34	26	20	14

LIMITE PLASTICO

		INV. E - 126			
Tara No.		176	115	1	
W tara + S Hum.		20.20	20.40	23.10	
W tara + S. Seco		18.00	18.20	20.50	
W tara		6.90	6.90	6.90	
W Suelo Seco		11.10	11.30	13.60	
W Agua		2.20	2.20	2.60	
Humedad %		19.82	19.47	19.12	19.47



LIMITE LIQUIDO: 34.00

LIMITE PLASTICO: 19.47

INDICE PLASTICO: 14.53

USC SC

A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA. **NIT. 804,015,242 - 8**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011
MUESTRA : S1 MN21-22-23 PROF. 10,00-11,35 M LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

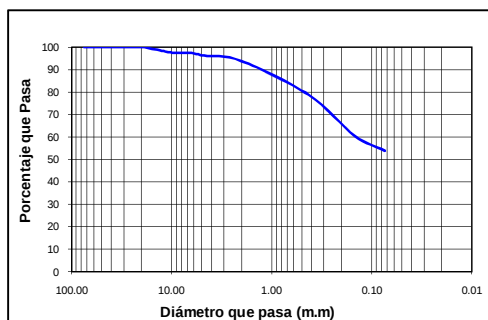
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 37.60	47.50	48.50
W tara + S. Seco	: 31.60	40.10	40.00
W tara	: 8.80	7.00	6.90
W Suelo Seco	: 22.80	33.10	33.10
W Agua	: 6.00	7.40	8.50
Humedad Natural %	: 26.32	22.36	25.68

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	8.00	1.68	98.32
3/8	9.50	4.10	0.86	97.47
1/4	6.35	0.00	0.00	97.47
4	4.76	6.00	1.26	96.21
10	2.00	11.60	2.43	93.78
40	0.43	72.20	15.12	78.66
100	0.149	86.60	18.13	60.53
200	0.074	32.30	6.76	53.77
PASA 200	.....	257.3		
TOTAL		478.06		

W suelo inicial seco :	477.60	grs
W suelo despues de lavado:	220.80	grs
Porcentaje de error :	0.10	%



GRAVA: 3.79

ARENA: 42.44

FINOS: 53.77

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

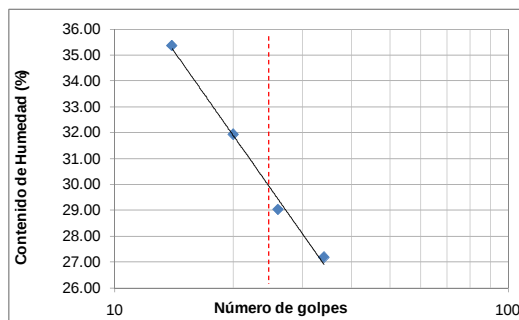
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

		INV. E - 125			
Tara No.		57	198	184	14
W Tara + S. Hum.	20.20	18.90	22.10	20.60	
W tara + S. Seco	17.40	16.20	18.30	17.10	
W tara	7.10	6.90	6.40	7.20	
W Suelo Seco	10.30	9.30	11.90	9.90	
W Agua	2.80	2.70	3.80	3.50	
Humedad %	27.18	29.03	31.93	35.35	
No. de Golpes	34	26	20	14	

LIMITE PLASTICO

		INV. E - 126			
Tara No.		176	130	103	
W tara + S. Hum.	21.60	22.70	23.20		
W tara + S. Seco	19.40	20.40	20.80		
W tara	6.70	7.00	6.90		
W Suelo Seco	12.70	13.40	13.90		
W Agua	2.20	2.30	2.40		
Humedad %	17.32	17.16	17.27	17.25	



LIMITE LIQUIDO: 30.00

LIMITE PLASTICO: 17.25

INDICE PLASTICO: 12.75

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L.T.A.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN24-25 PROF. 11,35-13,80 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

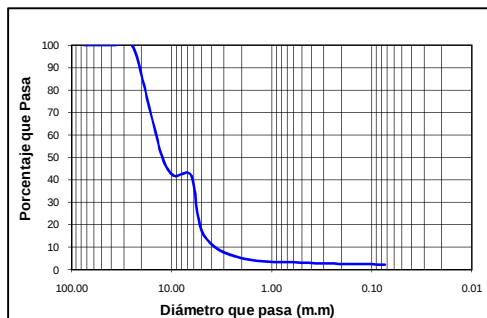
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 50.30 57.50
W tara + S. Seco : 47.90 53.70
W tara : 7.10 6.90
W Suelo Seco : 40.80 46.80
W Agua : 2.40 3.80
Humedad Natural % : 5.88 8.12

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	62.00	15.33	84.67
1/2	12.50	138.70	34.29	50.38
3/8	9.50	34.80	8.60	41.78
1/4	6.35	0.00	0.00	41.78
4	4.76	107.10	26.48	15.30
10	2.00	41.40	10.23	5.07
40	0.43	8.70	2.15	2.92
100	0.149	2.00	0.49	2.42
200	0.074	1.30	0.32	2.10
PASA 200	.....	9.0		
TOTAL		404.96		

W suelo inicial seco : 404.50 grs
W suelo despues de lavado: 396.00 grs
Porcentaje de error : 0.11 %



GRAVA: 84.70

ARENA: 13.20

FINOS: 2.10

CLASIFICACION: GRAVA MAL GRADADA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

INV. E - 125

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0.00	0.00	0.00	0.00
W Agua	0.00	0.00	0.00	0.00
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00
No. de Golpes				

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.				
W tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0.00	0.00	0.00	
W Agua	0.00	0.00	0.00	
Humedad %				0.00



LIMITE LIQUIDO: 0.00

LIMITE PLASTICO: 0.00

INDICE PLASTICO: 0.00

USC GP
A.A.S.H.O A1-a

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRUSUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN27 PROF. 15,80-17,80 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

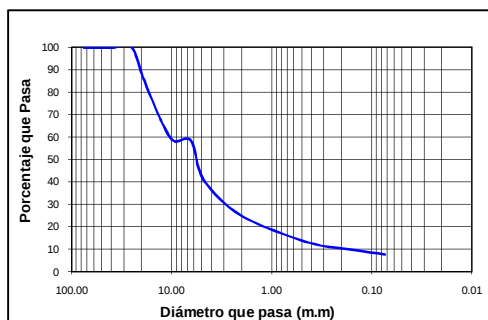
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 51.80
W tara + S. Seco : 48.30
W tara : 6.90
W Suelo Seco : 41.40
W Agua : 3.50
Humedad Natural % : 8.45

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	74.40	12.87	87.13
1/2	12.50	118.90	20.56	66.57
3/8	9.50	47.90	8.28	58.29
1/4	6.35	0.00	0.00	58.29
4	4.76	101.30	17.52	40.77
10	2.00	91.50	15.82	24.95
40	0.43	69.60	12.04	12.92
100	0.149	18.40	3.18	9.74
200	0.074	12.20	2.11	7.63
PASA 200	.....	44.6		
TOTAL		578.76		

W suelo inicial seco : 578.30 grs
W suelo despues de lavado: 534.20 grs
Porcentaje de error : 0.08 %



GRAVA: 59.23

ARENA: 33.15

FINOS: 7.63

CLASIFICACION: GRAVA MAL GRADADA LIGERAMENTE LIMOSA

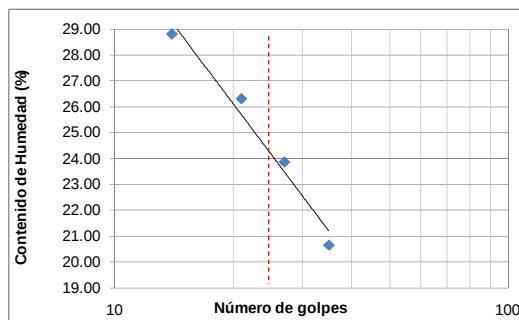
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

		INV. E - 125			
Tara No.		57	112	60	66
W Tara + S. Hum.		18.00	17.90	25.60	21.80
W tara + S. Seco		16.10	15.80	22.10	18.40
W tara		6.90	7.00	8.80	6.60
W Suelo Seco		9.20	8.80	13.30	11.80
W Agua		1.90	2.10	3.50	3.40
Humedad %		20.65	23.86	26.32	28.81
No. de Golpes		35	27	21	14

LIMITE PLASTICO

		INV. E - 126			
Tara No.		167	119	27	
W tara + S. Hum.		24.80	23.10	26.30	
W tara + S. Seco		22.50	21.00	23.90	
W tara		6.70	6.80	7.10	
W Suelo Seco		15.80	14.20	16.80	
W Agua		2.30	2.10	2.40	
Humedad %		14.56	14.79	14.29	14.54



LIMITE LIQUIDO: 24.00

LIMITE PLASTICO: 14.54

INDICE PLASTICO: 9.46

USC GP-GM
A.A.S.H.O A-2-4

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN28 PROF. 17.80-18,25 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

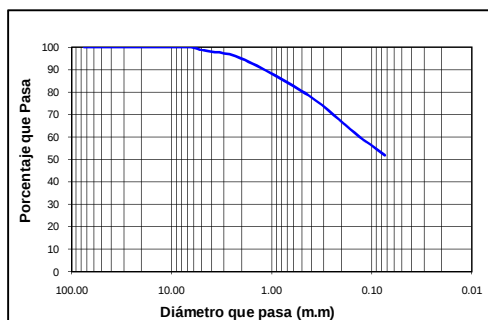
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 44.80
W tara + S. Seco : 38.50
W tara : 6.90
W Suelo Seco : 31.60
W Agua : 6.30
Humedad Natural % : 19.94

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	100.00
1/4	6.35	0.00	0.00	100.00
4	4.76	3.60	1.57	98.43
10	2.00	8.20	3.57	94.86
40	0.43	38.00	16.54	78.32
100	0.149	38.10	16.59	61.73
200	0.074	23.10	10.06	51.68
PASA 200	.....	119.2		
TOTAL		230.16		

W suelo inicial seco : 229.70 grs
W suelo despues de lavado: 111.00 grs
Porcentaje de error : 0.20 %



GRAVA: 1.57

ARENA: 46.76

FINOS: 51.68

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

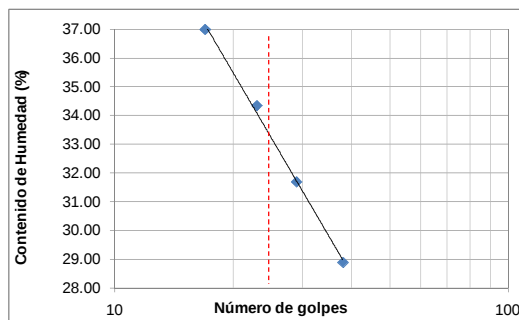
INV. E - 125

Tara No.	214	124	53	19
W Tara + S. Hum.	18.20	20.40	20.90	19.00
W tara + S. Seco	15.60	17.20	17.50	16.30
W tara	6.60	7.10	7.60	9.00
W Suelo Seco	9.00	10.10	9.90	7.30
W Agua	2.60	3.20	3.40	2.70
Humedad %	28.89	31.68	34.34	36.99
No. de Golpes	38	29	23	17

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	147	84	17	
W tara + S. Hum.	21.20	20.20	27.80	
W tara + S. Seco	19.00	18.20	25.00	
W tara	6.50	6.90	8.90	
W Suelo Seco	12.50	11.30	16.10	
W Agua	2.20	2.00	2.80	
Humedad %	17.60	17.70	17.39	17.56



LIMITE LIQUIDO: 33.00

LIMITE PLASTICO: 17.56

INDICE PLASTICO: 15.44

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRUCCIONES SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN29 PROF. 18.25.-19,75 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

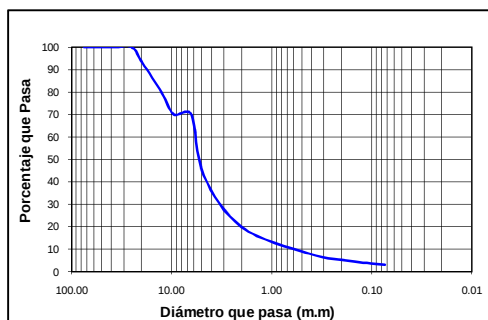
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 48.60
W tara + S. Seco : 45.30
W tara : 6.90
W Suelo Seco : 38.40
W Agua : 3.30
Humedad Natural % : 8.59

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	25.20	7.08	92.92
1/2	12.50	47.30	13.29	79.62
3/8	9.50	34.40	9.67	69.96
1/4	6.35	0.00	0.00	69.96
4	4.76	96.80	27.21	42.75
10	2.00	81.70	22.96	19.79
40	0.43	42.20	11.86	7.93
100	0.149	12.80	3.60	4.33
200	0.074	5.00	1.41	2.92
PASA 200	.....	10.6		
TOTAL		355.96		

W suelo inicial seco : 355.80 grs
W suelo despues de lavado: 345.70 grs
Porcentaje de error : 0.04 %



GRAVA: 57.25

ARENA: 39.83

FINOS: 2.92

CLASIFICACION: GRAVA BIEN GRADADA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

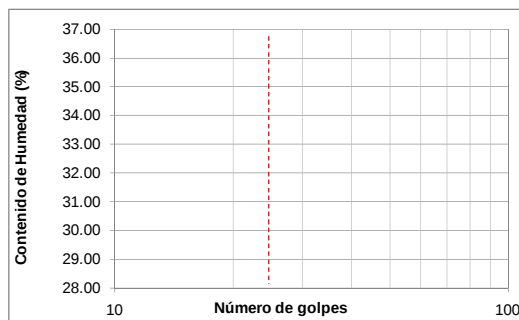
INV. E - 125

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0.00	0.00	0.00	0.00
W Agua	0.00	0.00	0.00	0.00
Humedad %				
No. de Golpes				

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.				
W tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0.00	0.00	0.00	
W Agua	0.00	0.00	0.00	
Humedad %				0.00



LIMITE LIQUIDO: 0.00

LIMITE PLASTICO: 0.00

INDICE PLASTICO: 0.00

USC GW

A.A.S.H.O A1-a

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L.T.A.

NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S1 MN30 PROF. 19,75 - 20,20 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

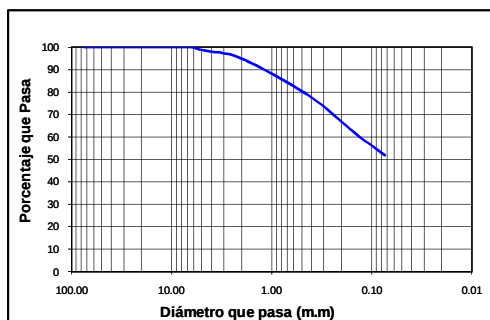
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 99.60
W tara + S. Seco : 93.20
W tara : 6.80
W Suelo Seco : 86.40
W Agua : 6.40
Humedad Natural % : 7.41

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	100.00
1/4	6.35	0.00	0.00	100.00
4	4.76	3.60	1.57	98.43
10	2.00	8.20	3.57	94.86
40	0.43	38.00	16.54	78.32
100	0.149	38.10	16.59	61.73
200	0.074	23.10	10.06	51.68
PASA 200	.....	119.2		
TOTAL		230.16		

W suelo inicial seco : 229.70 grs
W suelo despues de lavado: 111.00 grs
Porcentaje de error : 0.20 %



GRAVA: 1.57

ARENA: 46.76

FINOS: 51.68

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

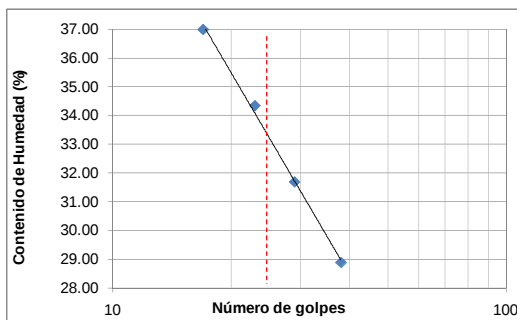
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

		INV. E - 125			
Tara No.		214	124	53	19
W Tara + S. Hum.		18.20	20.40	20.90	19.00
W tara + S. Seco		15.60	17.20	17.50	16.30
W tara		6.60	7.10	7.60	9.00
W Suelo Seco		9.00	10.10	9.90	7.30
W Agua		2.60	3.20	3.40	2.70
Humedad %		28.89	31.68	34.34	36.99
No. de Golpes		38	29	23	17

LIMITE PLASTICO

		INV. E - 126			
Tara No.		147	84	17	
W tara + S. Hum.		21.20	20.20	27.80	
W tara + S. Seco		19.00	18.20	25.00	
W tara		6.50	6.90	8.90	
W Suelo Seco		12.50	11.30	16.10	
W Agua		2.20	2.00	2.80	
Humedad %		17.60	17.70	17.39	17.56



LIMITE LIQUIDO: 33.00

LIMITE PLASTICO: 17.56

INDICE PLASTICO: 15.44

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
 CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
 FECHA :

MUESTRA : S2 MN 1-2 PROF. 0.00-2.40 M.
 LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

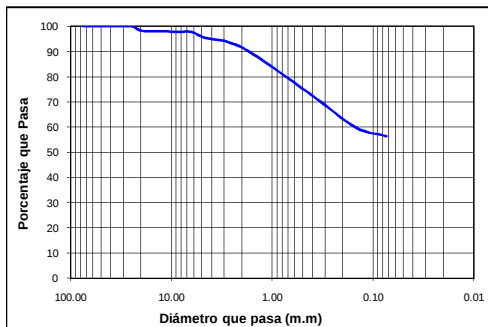
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 45.90 55.10
 W tara + S. Seco : 41.20 47.40
 W tara : 7.00 6.40
 W Suelo Seco : 34.20 41.00
 W Agua : 4.70 7.70
 Humedad Natural % : 13.74 18.78

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz	No.	m.m	Peso Retenido	% retenido	% que pasa
3		75.00	0.00	0.00	100.00
21/2		62.50	0.00	0.00	100.00
2		50.00	0.00	0.00	100.00
11/2		37.50	0.00	0.00	100.00
1"		25.00	0.00	0.00	100.00
3/4		19.50	16.50	1.86	98.14
1/2		12.50	0.00	0.00	98.14
3/8		9.50	3.50	0.39	97.75
1/4		6.35	0.00	0.00	97.75
4		4.76	19.80	2.23	95.51
10		2.00	35.80	4.04	91.48
40		0.43	162.60	18.33	73.15
100		0.149	118.70	13.38	59.76
200		0.074	31.30	3.53	56.23
PASA 200			499.2		
TOTAL			887.36		

W suelo inicial seco : 887.00 grs
 W suelo despues de lavado: 388.30 grs
 Porcentaje de error : 0.04 %



GRAVA: 4.49

ARENA: 39.28

FINOS: 56.23

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

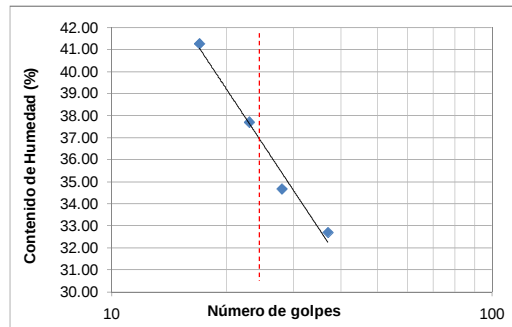
INV. E - 125

Tara No.	162	62	161	200
W Tara + S. Hum.	13.70	17.00	15.40	15.20
W tara + S. Seco	12.00	14.40	13.10	12.60
W tara	6.80	6.90	7.00	6.30
W Suelo Seco	5.20	7.50	6.10	6.30
W Agua	1.70	2.60	2.30	2.60
Humedad %	32.69	34.67	37.70	41.27
No. de Golpes	37	28	23	17

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	210	26	77	
W tara + S. Hum.	20.30	23.60	28.10	
W tara + S. Seco	18.00	20.80	24.70	
W tara	6.40	7.60	7.70	
W Suelo Seco	11.60	13.20	17.00	
W Agua	2.30	2.80	3.40	
Humedad %	19.83	21.21	20.00	20.35



LIMITE LIQUIDO: 37.00

LIMITE PLASTICO: 20.35

INDICE PLASTICO: 16.65

USC CL
 A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRUSUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL CLIENTE: CDMB
PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN
I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO
CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA :

MUESTRA : S2 MN 3-4-5 PROF. 2.40-5.70 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

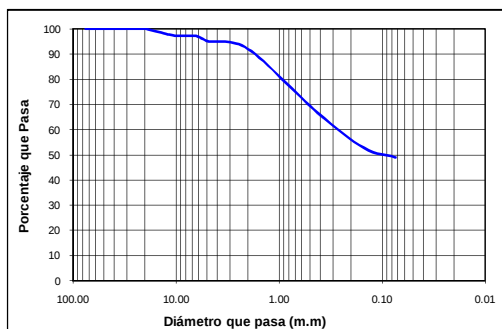
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 88.30	51.80	70.30
W tara + S. Seco	: 80.20	44.30	57.70
W tara	: 6.80	7.60	7.60
W Suelo Seco	: 73.40	36.70	50.10
W Agua	: 8.10	7.50	12.60
Humedad Natural %	: 11.04	20.44	25.15

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	21.70	1.96	98.04
3/8	9.50	9.20	0.83	97.20
1/4	6.35	0.00	0.00	97.20
4	4.76	23.80	2.15	95.05
10	2.00	32.10	2.91	92.14
40	0.43	279.30	25.28	66.86
100	0.149	155.70	14.09	52.77
200	0.074	41.80	3.78	48.98
PASA 200	.....	541.2		
TOTAL		1104.76		

W suelo inicial seco :	1,104.70	grs
W suelo despues de lavado:	564.00	grs
Porcentaje de error :	0.01	%



GRAVA:	4.95
ARENA:	46.07
FINOS:	48.98
CLASIFICACION:	ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

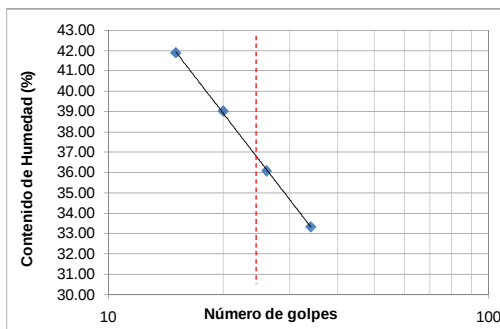
INV. E - 125

Tara No.	18	214	201	22
W Tara + S. Hum.	17.90	19.90	18.30	17.40
W tara + S. Seco	15.20	16.40	15.10	14.30
W tara	7.10	6.70	6.90	6.90
W Suelo Seco	8.10	9.70	8.20	7.40
W Agua	2.70	3.50	3.20	3.10
Humedad %	33.33	36.08	39.02	41.89
No. de Golpes	34	26	20	15

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	69	174	33	
W tara + S Hum.	21.00	22.90	23.20	
W tara + S. Seco	18.70	19.90	20.30	
W tara	8.60	6.40	7.50	
W Suelo Seco	10.10	13.50	12.80	
W Agua	2.30	3.00	2.90	
Humedad %	22.77	22.22	22.66	22.55



LIMITE LIQUIDO:	37.00
LIMITE PLASTICO:	22.55
INDICE PLASTICO:	14.45
USC	SC
A.A.S.H.O	A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA :

MUESTRA : S2 MN 6 PROF. 5.70-7.20 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

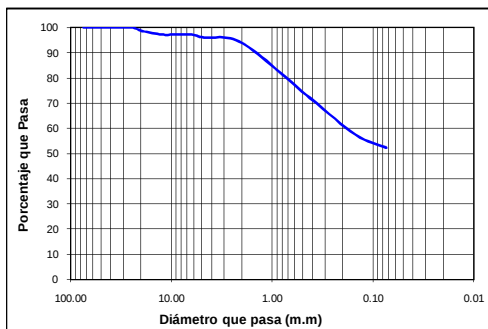
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 76.90
W tara + S. Seco : 63.90
W tara : 8.10
W Suelo Seco : 55.80
W Agua : 13.00
Humedad Natural % : 23.30

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	11.50	1.48	98.52
1/2	12.50	10.70	1.37	97.15
3/8	9.50	0.00	0.00	97.15
1/4	6.35	0.00	0.00	97.15
4	4.76	9.60	1.23	95.91
10	2.00	16.40	2.11	93.81
40	0.43	168.90	21.70	72.10
100	0.149	114.10	14.66	57.44
200	0.074	39.90	5.13	52.31
PASA 200	.....	407.3		
TOTAL		778.36		

W suelo inicial seco : 778.20 grs
W suelo despues de lavado: 371.40 grs
Porcentaje de error : 0.02 %



GRAVA: 4.09

ARENA: 43.60

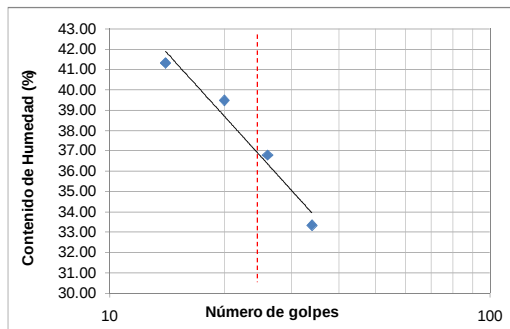
FINOS: 52.31

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		214	564	57	124
W Tara + S. Hum.		18.60	20.40	17.70	20.10
W tara + S. Seco		15.60	17.20	14.70	16.30
W tara		6.60	8.50	7.10	7.10
W Suelo Seco		9.00	8.70	7.60	9.20
W Agua		3.00	3.20	3.00	3.80
Humedad %		33.33	36.78	39.47	41.30
No. de Golpes		34	26	20	14

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		84	60	200	
W tara + S Hum.		20.50	20.70	23.60	
W tara + S. Seco		18.00	18.60	20.60	
W tara		6.40	8.80	6.70	
W Suelo Seco		11.60	9.80	13.90	
W Agua		2.50	2.10	3.00	
Humedad %		21.55	21.43	21.58	21.52



LIMITE LIQUIDO: 37.00

LIMITE PLASTICO: 21.52

INDICE PLASTICO: 15.48

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 7-9 PROF. 7.20-9,70 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

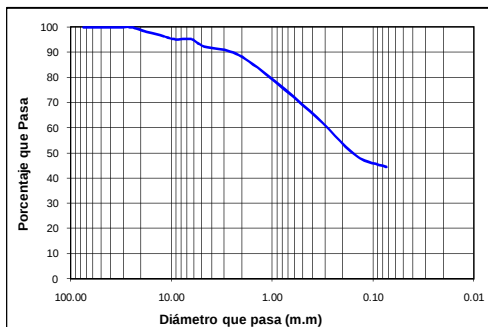
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 67.50 67.60
W tara + S. Seco : 58.20 56.90
W tara : 7.60 6.90
W Suelo Seco : 50.60 50.00
W Agua : 9.30 10.70
Humedad Natural % : 18.38 21.40

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

No.	Tamiz m.m	Peso Retenido	% retenido	% que pasa
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	10.90	1.30	98.70
1/2	12.50	16.90	2.02	96.67
3/8	9.50	11.70	1.40	95.28
1/4	6.35	0.00	0.00	95.28
4	4.76	24.60	2.94	92.33
10	2.00	34.80	4.16	88.17
40	0.43	179.60	21.48	66.69
100	0.149	147.60	17.66	49.03
200	0.074	39.00	4.67	44.37
PASA 200	.....	371.4		
TOTAL		836.46		

W suelo inicial seco : 836.00 grs
W suelo despues de lavado: 465.10 grs
Porcentaje de error : 0.06 %



GRAVA: 7.67

ARENA: 47.97

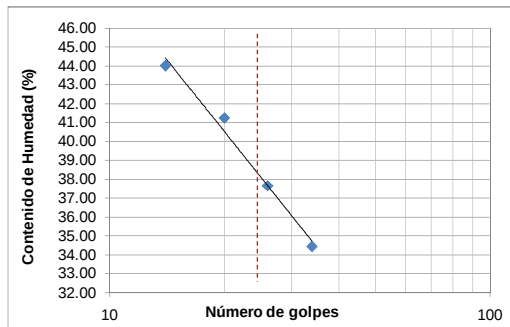
FINOS: 44.37

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		9	147	19	66
W Tara + S. Hum.		19.20	18.40	22.70	17.40
W tara + S. Seco		16.10	15.20	18.70	14.10
W tara		7.10	6.70	9.00	6.60
W Suelo Seco		9.00	8.50	9.70	7.50
W Agua		3.10	3.20	4.00	3.30
Humedad %		34.44	37.65	41.24	44.00
No. de Golpes		34	26	20	14

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		15	125	100	
W tara + S Hum.		22.70	21.90	26.00	
W tara + S. Seco		19.80	19.10	22.50	
W tara		6.90	6.60	6.70	
W Suelo Seco		12.90	12.50	15.80	
W Agua		2.90	2.80	3.50	
Humedad %		22.48	22.40	22.15	22.34



LIMITE LIQUIDO: 38.00

LIMITE PLASTICO: 22.34

INDICE PLASTICO: 15.66

USC SC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 10 PROF. 9,70-11,20 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

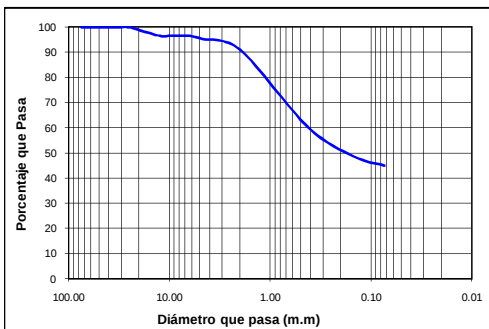
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. :
W tara + S. Seco :
W tara :
W Suelo Seco :
W Agua :
Humedad Natural % :

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	10.90	1.25	98.75
1/2	12.50	18.85	2.16	96.59
3/8	9.50	0.00	0.00	96.59
1/4	6.35	0.00	0.00	96.59
4	4.76	10.30	1.18	95.42
10	2.00	37.40	4.28	91.13
40	0.43	269.00	30.79	60.34
100	0.149	101.90	11.66	48.68
200	0.074	32.60	3.73	44.95
PASA 200	.....	404.2		
TOTAL		885.11		

W suelo inicial seco : 873.60 grs
W suelo despues de lavado: 469.90 grs
Porcentaje de error : 1.32 %



GRAVA: 4.58

ARENA: 50.47

FINOS: 44.95

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

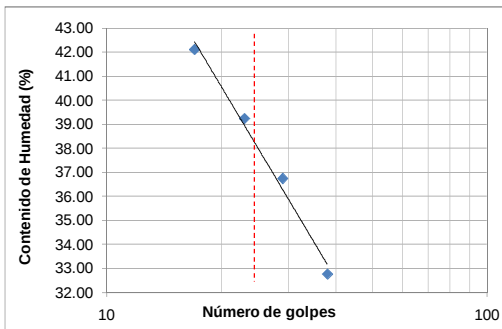
INV. E - 125

Tara No.	22	210	180	216
W Tara + S. Hum.	22.40	20.00	17.60	17.50
W tara + S. Seco	18.60	16.40	14.50	14.30
W tara	7.00	6.60	6.60	6.70
W Suelo Seco	11.60	9.80	7.90	7.60
W Agua	3.80	3.60	3.10	3.20
Humedad %	32.76	36.73	39.24	42.11
No. de Golpes	38	29	23	17

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	122	127	176	
W tara + S Hum.	20.70	21.60	20.20	
W tara + S. Seco	18.30	19.10	17.90	
W tara	6.70	7.00	6.90	
W Suelo Seco	11.60	12.10	11.00	
W Agua	2.40	2.50	2.30	
Humedad %	20.69	20.66	20.91	20.75



LIMITE LIQUIDO: 38.00

LIMITE PLASTICO: 20.75

INDICE PLASTICO: 17.25

USC
A.A.S.H.O

SC
A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 11-12 PROF. 11,20-13,15 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

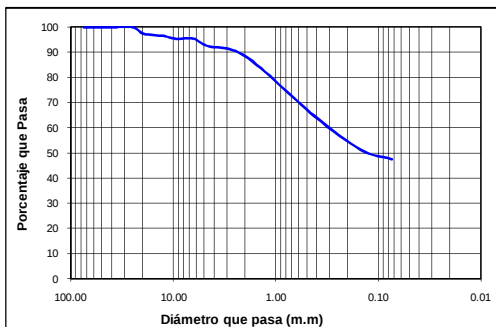
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 74.10 67.50
W tara + S. Seco : 64.60 56.70
W tara : 6.70 7.70
W Suelo Seco : 57.90 49.00
W Agua : 9.50 10.80
Humedad Natural % : 16.41 22.04

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	30.80	2.65	97.35
1/2	12.50	9.50	0.82	96.53
3/8	9.50	12.20	1.05	95.48
1/4	6.35	0.00	0.00	95.48
4	4.76	32.60	2.81	92.68
10	2.00	48.10	4.14	88.54
40	0.43	275.10	23.68	64.86
100	0.149	156.80	13.50	51.36
200	0.074	43.90	3.78	47.58
PASA 200	.....	553.1		
TOTAL		1162.06		

W suelo inicial seco : 1,161.80 grs
W suelo despues de lavado: 609.20 grs
Porcentaje de error : 0.02 %



GRAVA: 7.32

ARENA: 45.09

FINOS: 47.58

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

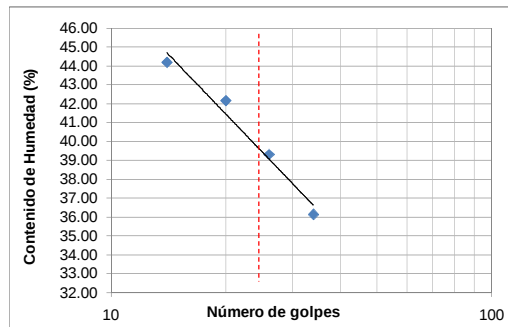
INV. E - 125

Tara No.	17	14	130	198
W Tara + S. Hum.	20.10	19.60	18.70	19.30
W tara + S. Seco	17.10	16.10	15.20	15.50
W tara	8.80	7.20	6.90	6.90
W Suelo Seco	8.30	8.90	8.30	8.60
W Agua	3.00	3.50	3.50	3.80
Humedad %	36.14	39.33	42.17	44.19
No. de Golpes	34	26	20	14

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	57	184	167	
W tara + S Hum.	21.50	18.30	24.50	
W tara + S. Seco	18.80	16.10	21.30	
W tara	6.90	6.40	6.70	
W Suelo Seco	11.90	9.70	14.60	
W Agua	2.70	2.20	3.20	
Humedad %	22.69	22.68	21.92	22.43



LIMITE LIQUIDO: 40.00

LIMITE PLASTICO: 22.43

INDICE PLASTICO: 17.57

USC SC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 14 PROF. 14,65-15,10 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

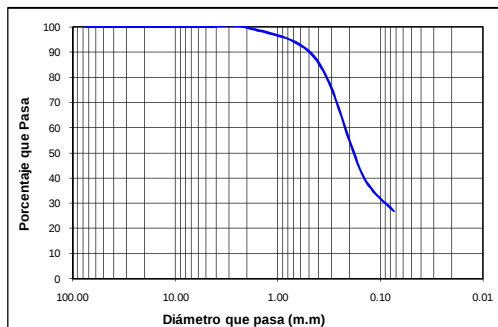
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 57.60
W tara + S. Seco : 47.60
W tara : 8.60
W Suelo Seco : 39.00
W Agua : 10.00
Humedad Natural % : 25.64

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	100.00
1/4	6.35	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.80	0.31	99.69
40	0.43	32.30	12.52	87.17
100	0.149	118.60	45.99	41.18
200	0.074	36.90	14.31	26.87
PASA 200	.....	69.5		
TOTAL		258.06		

W suelo inicial seco : 257.90 grs
W suelo despues de lavado: 188.90 grs
Porcentaje de error : 0.06 %



GRAVA: 0.00

ARENA: 73.13

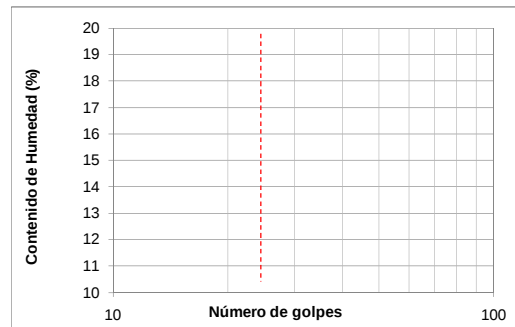
FINOS: 26.87

CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		0	0	0	0
W Tara + S. Hum.		0.00	0.00	0.00	0.00
W tara + S. Seco		0.00	0.00	0.00	0.00
W tara		0.00	0.00	0.00	0.00
W Suelo Seco		0.00	0.00	0.00	0.00
W Agua		0.00	0.00	0.00	0.00
Humedad %					
No. de Golpes					

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		0	0	0	
W tara + S Hum.		0.00	0.00	0.00	
W tara + S. Seco		0.00	0.00	0.00	
W tara		0.00	0.00	0.00	
W Suelo Seco		0.00	0.00	0.00	
W Agua		0.00	0.00	0.00	
Humedad %					0.00



LIMITE LIQUIDO: 0.00

LIMITE PLASTICO: 0.00

INDICE PLASTICO: 0.00

USC SM
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 15 PROF. 15,10-16,60 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

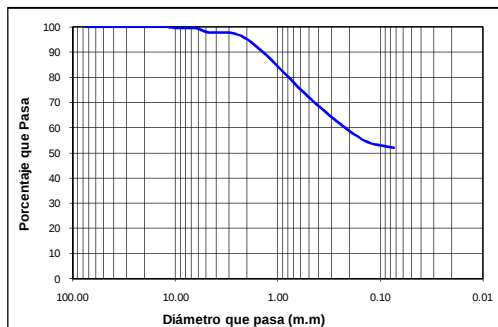
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 58.20
W tara + S. Seco : 47.00
W tara : 6.30
W Suelo Seco : 40.70
W Agua : 11.20
Humedad Natural % : 27.52

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	5.10	0.45	99.55
1/4	6.35	0.00	0.00	99.55
4	4.76	18.50	1.64	97.90
10	2.00	31.40	2.79	95.11
40	0.43	287.40	25.55	69.56
100	0.149	159.80	14.21	55.35
200	0.074	36.40	3.24	52.11
PASA 200	.....	586.4		
TOTAL		1124.96		

W suelo inicial seco : 1,124.70 grs
W suelo despues de lavado: 538.80 grs
Porcentaje de error : 0.02 %



GRAVA: 2.10

ARENA: 45.79

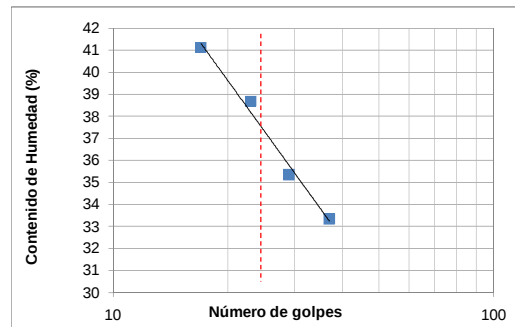
FINOS: 52.11

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A
MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		162	24	196	21
W Tara + S. Hum.		20.50	21.00	21.10	22.10
W tara + S. Seco		17.00	17.50	17.00	17.70
W tara		6.50	7.60	6.40	7.00
W Suelo Seco		10.50	9.90	10.60	10.70
W Agua		3.50	3.50	4.10	4.40
Humedad %		33.33	35.35	38.68	41.12
No. de Golpes		37	29	23	17

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		150	30	1	
W tara + S Hum.		19.30	21.70	22.90	
W tara + S. Seco		17.20	19.20	20.00	
W tara		7.50	7.60	6.90	
W Suelo Seco		9.70	11.60	13.10	
W Agua		2.10	2.50	2.90	
Humedad %		21.65	21.55	22.14	21.78



LIMITE LIQUIDO: 38.00

LIMITE PLASTICO: 21.78

INDICE PLASTICO: 16.22

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 16-17 PROF. 16,60-18,55 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

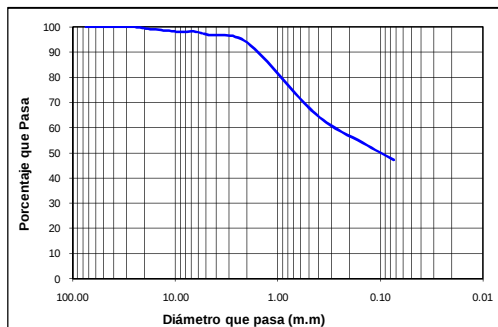
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 73.20 51.50
W tara + S. Seco : 59.90 42.80
W tara : 6.80 6.90
W Suelo Seco : 53.10 35.90
W Agua : 13.30 8.70
Humedad Natural % : 25.05 24.23

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	7.10	0.60	99.40
1/2	12.50	9.20	0.78	98.61
3/8	9.50	5.70	0.49	98.13
1/4	6.35	0.00	0.00	98.13
4	4.76	15.70	1.34	96.79
10	2.00	35.30	3.01	93.78
40	0.43	334.90	28.52	65.26
100	0.149	133.30	11.35	53.91
200	0.074	80.10	6.82	47.09
PASA 200	.....	553.2		
TOTAL		1174.46		

W suelo inicial seco : 1,174.20 grs
W suelo despues de lavado: 621.50 grs
Porcentaje de error : 0.02 %



GRAVA: 3.21
ARENA: 49.70
FINOS: 47.09
CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

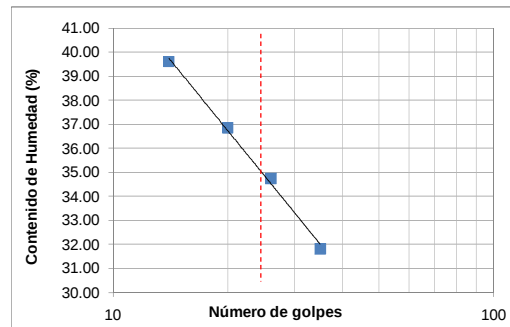
INV. E - 125

Tara No.	41	3	316	119
W Tara + S. Hum.	22.00	19.60	24.20	21.10
W tara + S. Seco	18.50	16.30	20.00	17.10
W tara	7.50	6.80	8.60	7.00
W Suelo Seco	11.00	9.50	11.40	10.10
W Agua	3.50	3.30	4.20	4.00
Humedad %	31.82	34.74	36.84	39.60
No. de Golpes	35	26	20	14

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	109	306	100	
W tara + S Hum.	19.20	20.20	23.60	
W tara + S. Seco	17.10	18.10	20.70	
W tara	7.00	8.10	6.80	
W Suelo Seco	10.10	10.00	13.90	
W Agua	2.10	2.10	2.90	
Humedad %	20.79	21.00	20.86	20.89



LIMITE LIQUIDO: 35.00
LIMITE PLASTICO: 20.89
INDICE PLASTICO: 14.11
USC SC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.

NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 18 PROF. 18,55-20,05 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

INV. E - 122

W Tara + S. Hum. :

W tara + S. Seco :

W tara :

W Suelo Seco :

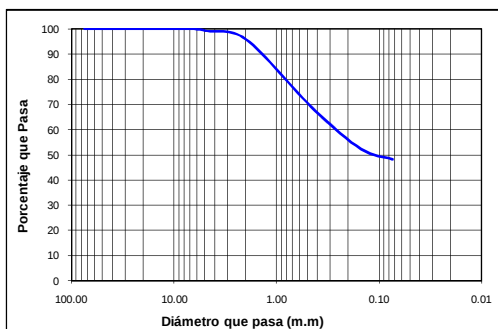
W Agua :

Humedad Natural % :

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	100.00
1/4	6.35	0.00	0.00	100.00
4	4.76	8.00	0.85	99.15
10	2.00	30.80	3.26	95.89
40	0.43	265.90	28.17	67.72
100	0.149	146.00	15.47	52.26
200	0.074	38.40	4.07	48.19
PASA 200	.....	455.4		
TOTAL		944.46		

W suelo inicial seco : 944.00 grs
W suelo despues de lavado: 489.10 grs
Porcentaje de error : 0.05 %



GRAVA: 0.85

ARENA: 50.96

FINOS: 48.19

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

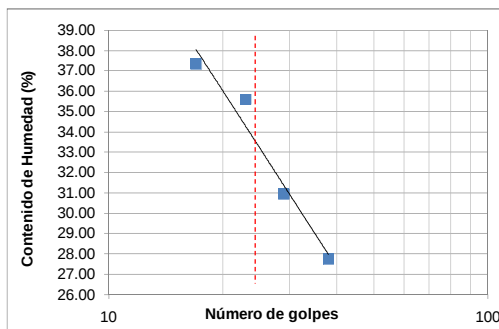
INV. E - 125

Tara No.	89	70	206	103
W Tara + S. Hum.	24.10	19.40	23.70	18.40
W tara + S. Seco	20.80	16.40	19.50	15.30
W tara	8.90	6.70	7.70	7.00
W Suelo Seco	11.90	9.70	11.80	8.30
W Agua	3.30	3.00	4.20	3.10
Humedad %	27.73	30.93	35.59	37.35
No. de Golpes	38	29	23	17

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	85	35	118	
W tara + S Hum.	20.50	19.80	20.10	
W tara + S. Seco	18.50	17.80	18.00	
W tara	7.60	7.60	6.90	
W Suelo Seco	10.90	10.20	11.10	
W Agua	2.00	2.00	2.10	
Humedad %	18.35	19.61	18.92	18.96



LIMITE LIQUIDO: 34.00

LIMITE PLASTICO: 18.96

INDICE PLASTICO: 15.04

USC SC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 19-20-21 PROF. 20,05-22,45 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

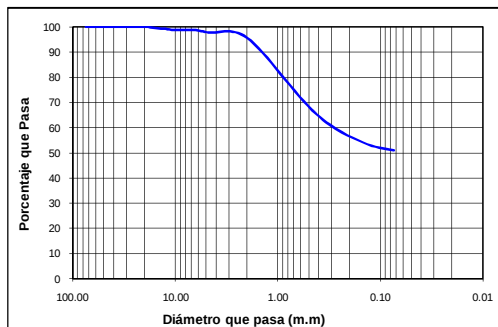
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	: 61.00	98.40	63.40
W tara + S. Seco	: 52.10	80.30	53.50
W tara	: 6.60	8.30	7.00
W Suelo Seco	: 45.50	72.00	46.50
W Agua	: 8.90	18.10	9.90
Humedad Natural %	: 19.56	25.14	21.29

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	7.80	0.80	99.20
3/8	9.50	4.90	0.50	98.70
1/4	6.35	0.00	0.00	98.70
4	4.76	9.40	0.97	97.73
10	2.00	20.40	2.10	95.63
40	0.43	293.50	30.15	65.49
100	0.149	110.40	11.34	54.14
200	0.074	30.80	3.16	50.98
PASA 200	.....	496.1		
TOTAL		973.26		

W suelo inicial seco :	973.50	grs
W suelo despues de lavado:	477.90	grs
Porcentaje de error :	0.02	%



GRAVA: 2.27

ARENA: 46.75

FINOS: 50.98

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A
MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

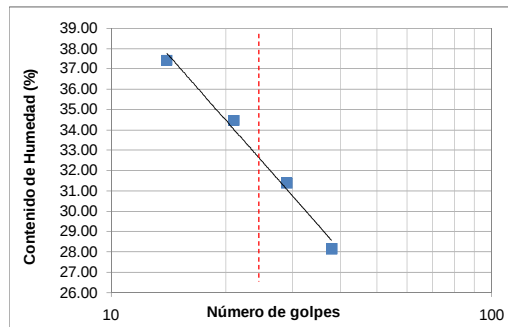
INV. E - 125

Tara No.	158	54	13	20
W Tara + S. Hum.	26.10	27.00	23.10	28.90
W tara + S. Seco	22.30	22.20	19.00	23.10
W tara	8.80	6.90	7.10	7.60
W Suelo Seco	13.50	15.30	11.90	15.50
W Agua	3.80	4.80	4.10	5.80
Humedad %	28.15	31.37	34.45	37.42
No. de Golpes	38	29	21	14

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	12	22	18	
W tara + S Hum.	23.60	20.50	22.60	
W tara + S. Seco	21.00	18.30	20.00	
W tara	7.60	7.10	7.10	
W Suelo Seco	13.40	11.20	12.90	
W Agua	2.60	2.20	2.60	
Humedad %	19.40	19.64	20.16	19.73



LIMITE LIQUIDO: 33.00

LIMITE PLASTICO: 19.73

INDICE PLASTICO: 13.27

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS LTDA.

NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.

CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : S2 MN 23-24 PROF. 24,00-25,00 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

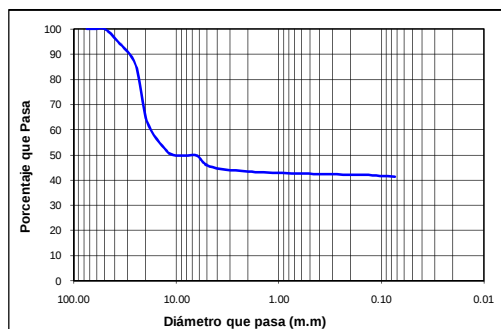
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. : 82.70 54.10
W tara + S. Seco : 72.40 48.30
W tara : 8.70 7.00
W Suelo Seco : 63.70 41.30
W Agua : 10.30 5.80
Humedad Natural % : 16.17 14.04

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	53.30	4.99	95.01
1"	25.00	101.80	9.52	85.49
3/4	19.50	235.50	22.03	63.46
1/2	12.50	126.90	11.87	51.59
3/8	9.50	20.30	1.90	49.69
1/4	6.35	0.00	0.00	49.69
4	4.76	45.30	4.24	45.45
10	2.00	22.10	2.07	43.38
40	0.43	10.20	0.95	42.43
100	0.149	4.00	0.37	42.05
200	0.074	7.60	0.71	41.34
PASA 200	.....	442.0		
TOTAL		1068.96		

W suelo inicial seco : 1,068.90 grs
W suelo despues de lavado: 627.40 grs
Porcentaje de error : 0.01 %



GRAVA: 54.55

ARENA: 4.11

FINOS: 41.34

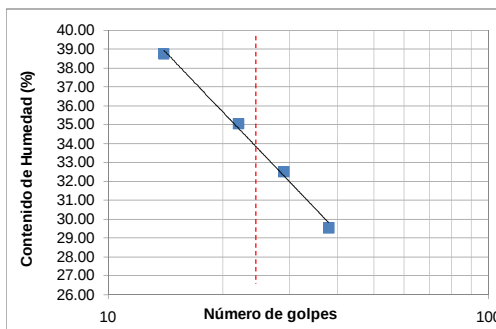
CLASIFICACION: GRAVA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		103	206	106	22
W Tara + S. Hum.		26.10	23.00	22.60	23.00
W tara + S. Seco		21.70	19.10	18.50	18.70
W tara		6.80	7.10	6.80	7.60
W Suelo Seco		14.90	12.00	11.70	11.10
W Agua		4.40	3.90	4.10	4.30
Humedad %		29.53	32.50	35.04	38.74
No. de Golpes		38	29	22	14

LIMITE PLASTICO

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		206	306	20	
W tara + S Hum.		23.20	28.00	21.90	
W tara + S. Seco		20.40	24.80	19.40	
W tara		6.80	8.60	7.10	
W Suelo Seco		13.60	16.20	12.30	
W Agua		2.80	3.20	2.50	
Humedad %		20.59	19.75	20.33	20.22



LIMITE LIQUIDO: 34.00

LIMITE PLASTICO: 20.22

INDICE PLASTICO: 13.78

USC GC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

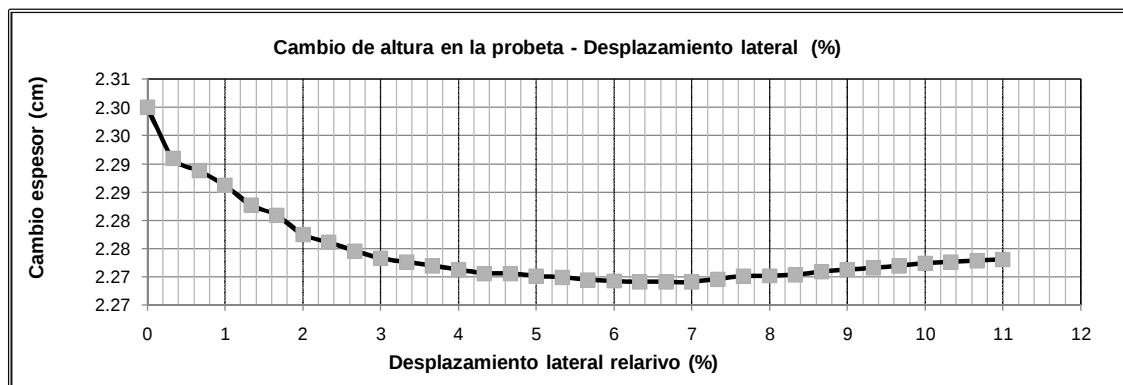
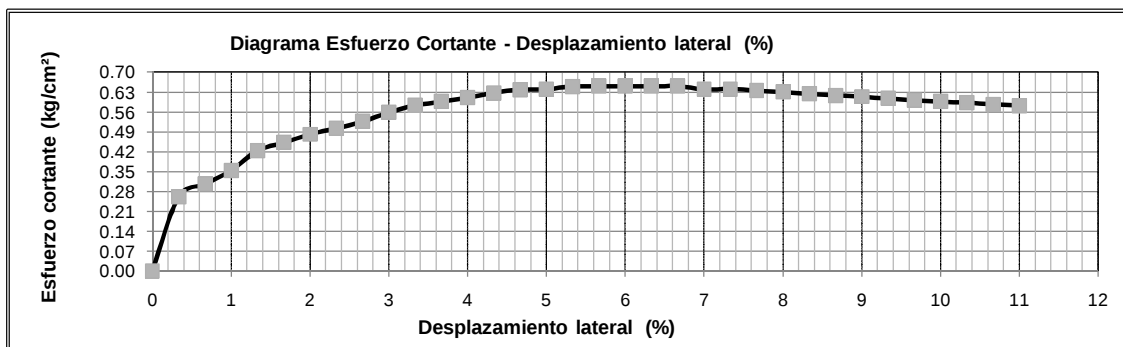
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	15 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.76 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	52.55 grs	Peso muestra + molde	166.87 grs
Peso de Suelos seco + molde	48.89 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.10 grs	Peso muestra	78.17 grs
Humedad	8.973 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





CONSTRUSUELOS LTDA.

804.015.242-8

**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

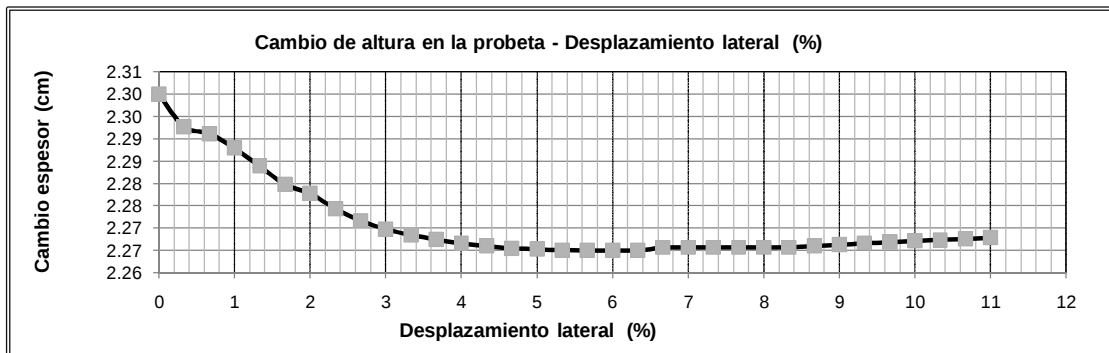
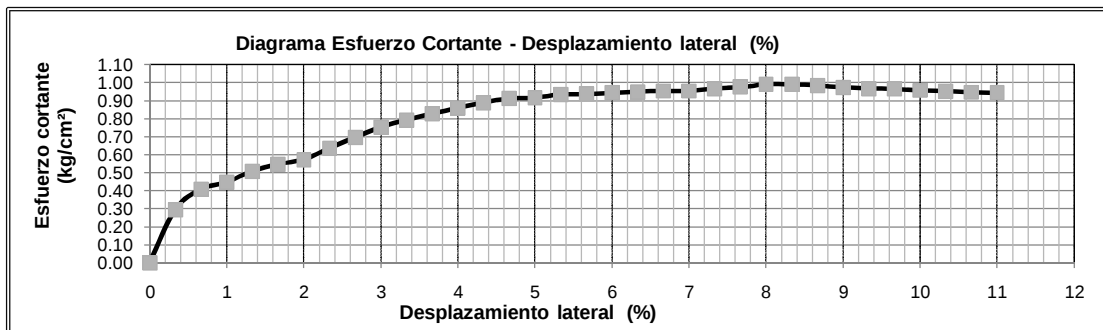
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	25 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	1.27 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	47.13 grs	Peso muestra + molde	167.86 grs
Peso de Suelos seco + molde	44.68 grs	Peso molde	89.8 grs
Peso del molde	8.40 grs	Peso muestra	78.06 grs
Humedad	6.753 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





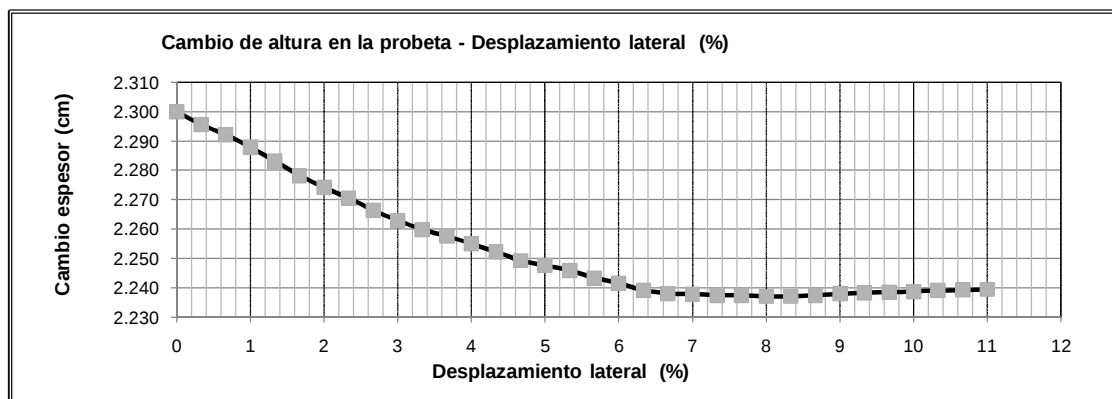
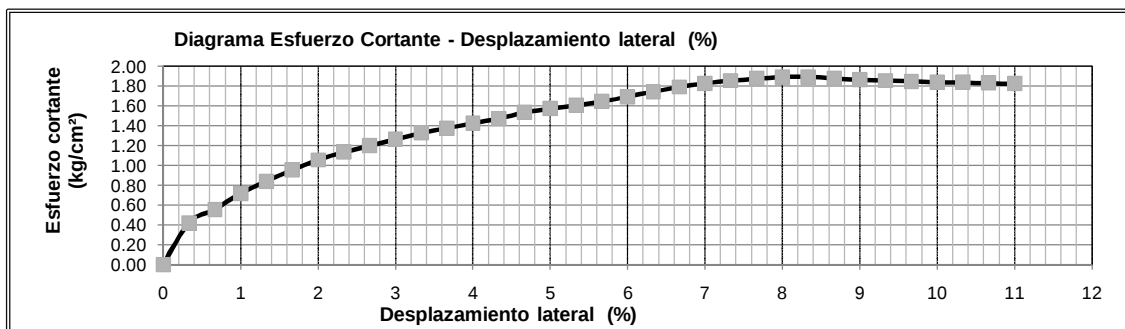
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	50 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	2.55 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	53.56 grs	Peso muestra + molde	166.74 grs
Peso de Suelos seco + molde	48.44 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.10 grs	Peso muestra	78.04 grs
Humedad	12.692 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





CONSTRUSUELOS LTDA.

804.015.242-8

**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	01 DE OCTUBRE DE 2011

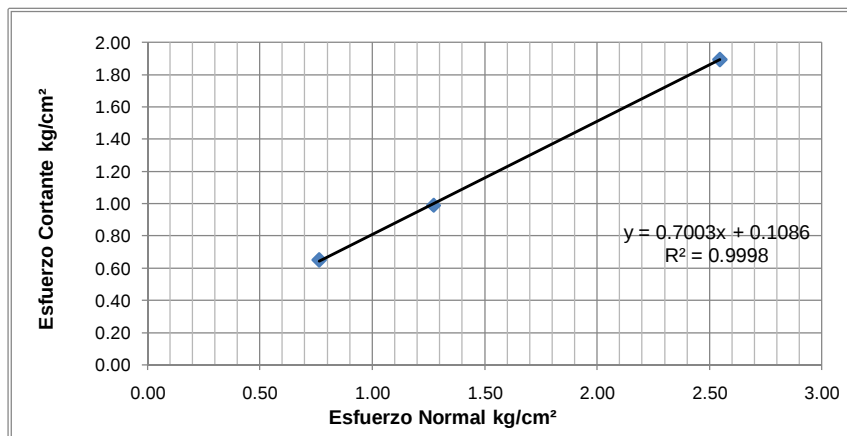
SONDEO	1	MUESTRA	26	PROFUNDIDAD	12.80-14.80	MT
---------------	----------	----------------	-----------	--------------------	-------------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
NO ALCANZO MUESTRA PARA CLASIFICACION	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE	
--	--

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Máximo Cortante kg/cm ²
1	19.63	0.764	0.6512
2	19.63	1.273	0.9897
3	19.63	2.546	1.8950



RESULTADOS		Densidad kg/cm³	
Fricción Ø	35	PUNTO N° 1	1.73 grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.73 grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.11	PUNTO N° 3	1.73 grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.74 grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

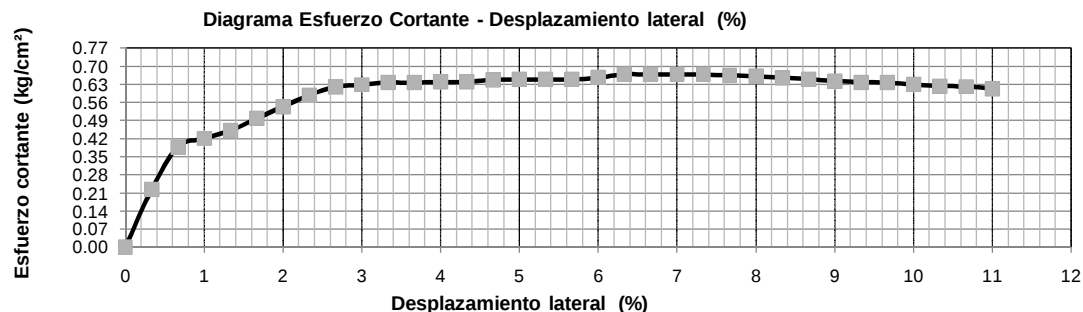
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	10 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.51 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	51.63 grs	Peso muestra + molde	166.93 grs
Peso de Suelos seco + molde	44.56 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	78.23 grs
Humedad	19.498 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

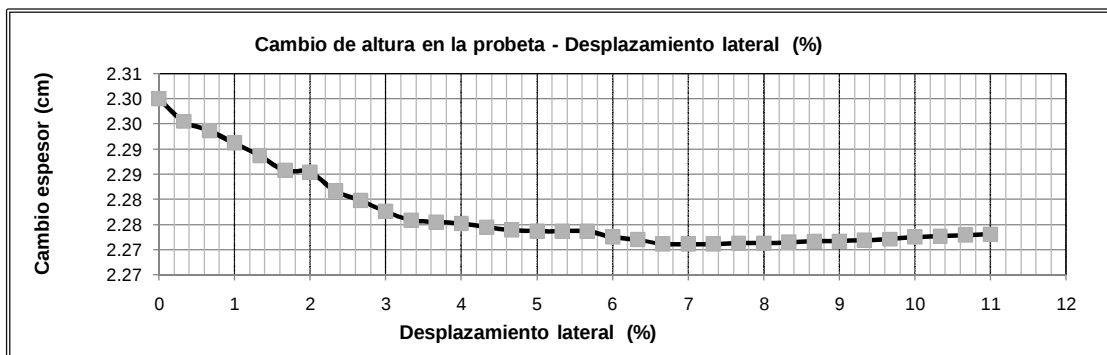
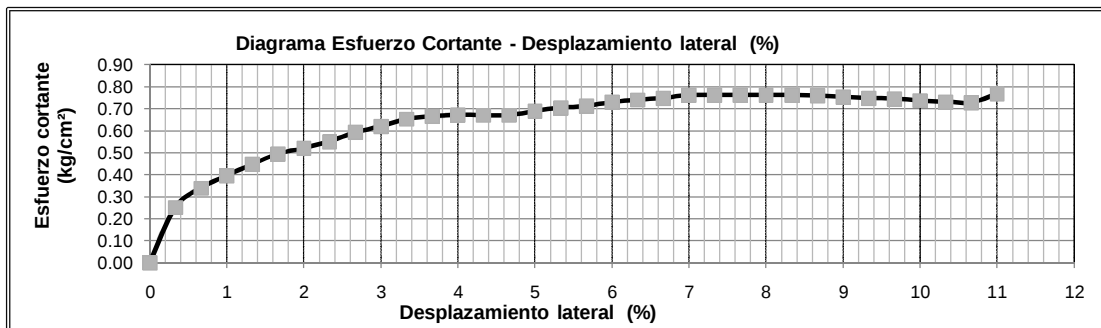
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	15 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.76 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	46.31 grs	Peso muestra + molde	166.73 grs
Peso de Suelos seco + molde	40.26 grs	Peso molde	88.6 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	78.13 grs
Humedad	18.930 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





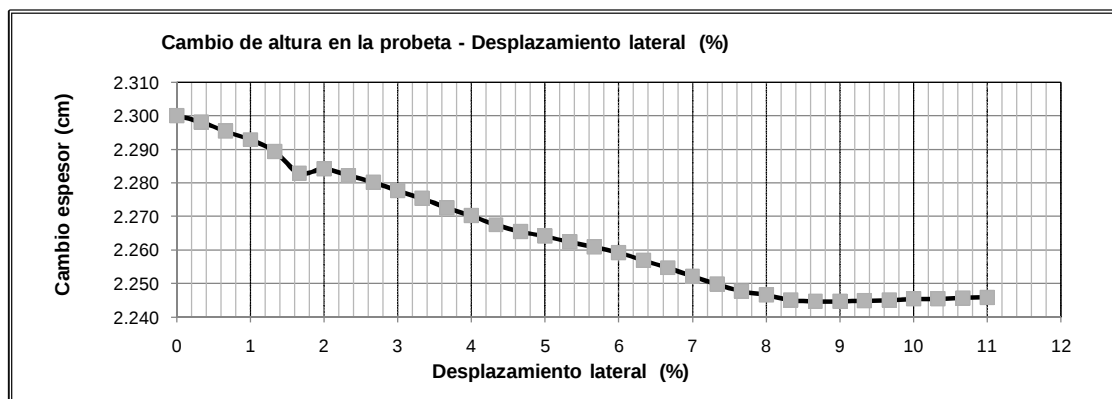
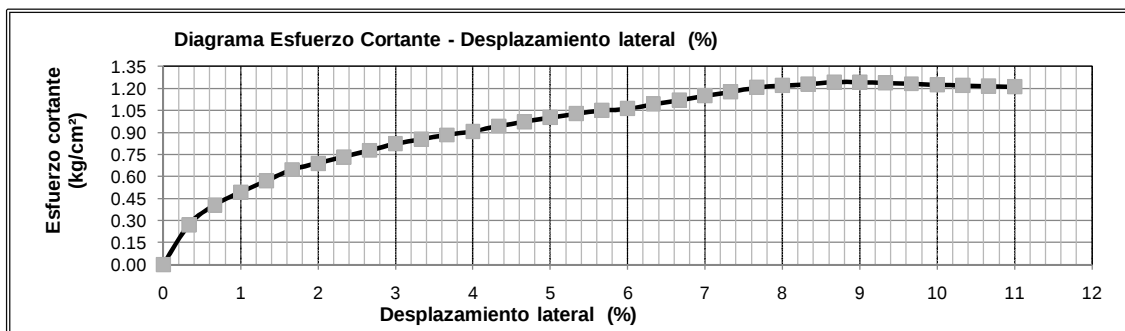
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	30 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	1.53 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	56.09 grs	Peso muestra + molde	167.54 grs
Peso de Suelos seco + molde	48.06 grs	Peso molde	89.8 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	77.74 grs
Humedad	20.196 %	Densidad Húmeda	1.72 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

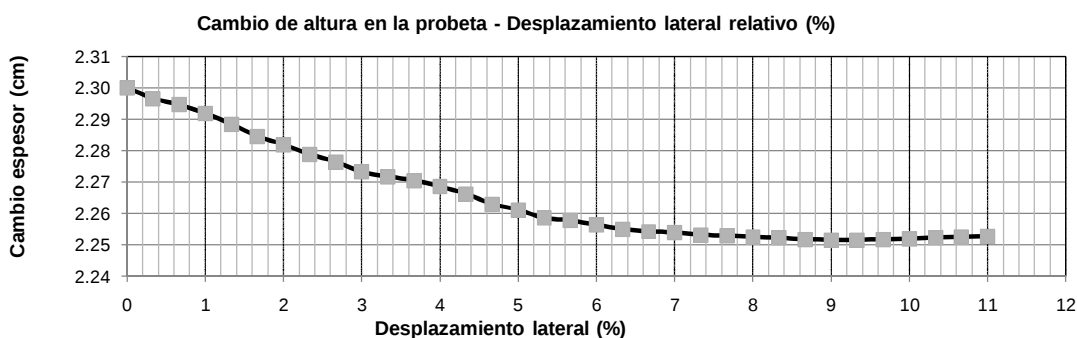
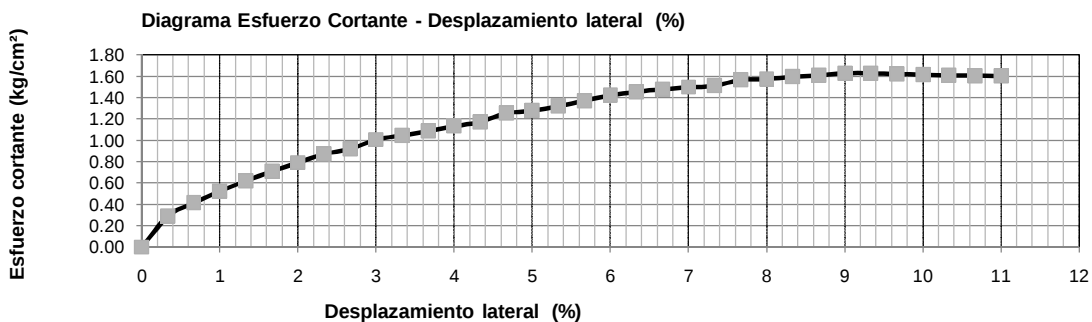
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	45 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	2.29 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	4

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	54.95 grs	Peso muestra + molde	165.97 grs
Peso de Suelos seco + molde	47.87 grs	Peso molde	87.6 grs
Peso del molde	8.50 grs	Peso muestra	78.37 grs
Humedad	17.983 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





CONSTRUSUELOS LTDA.

804.015.242-8

**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	30 DE SEPTIEMBRE DE 2011

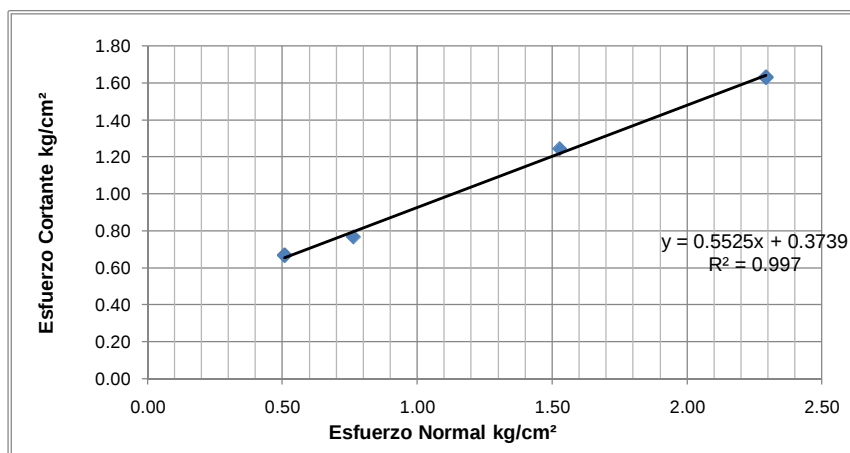
SONDEO	2	MUESTRA	8	PROFUNDIDAD	7.65-9.25	MT
---------------	----------	----------------	----------	--------------------	-----------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
ARENA ARCILLOSA (SC)	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE
--

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Máximo kg/cm ²
1	19.63	0.509	0.6687
2	19.63	0.764	0.7675
3	19.63	1.528	1.2438
4	19.63	2.292	1.6296



RESULTADOS		Densidad kg/cm³		
Fricción Ø	29	PUNTO N° 1	1.73	grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.73	grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.37	PUNTO N° 3	1.72	grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.74	grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

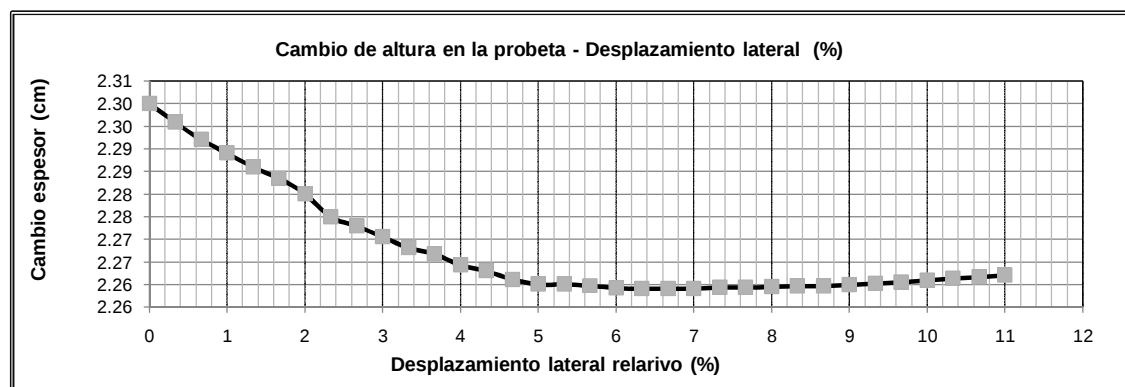
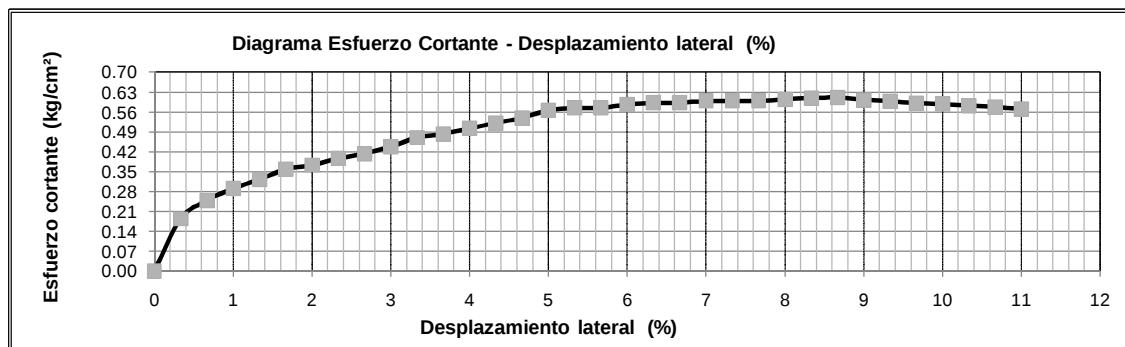
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	15 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.76 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	35.28 grs	Peso muestra + molde	166.88 grs
Peso de Suelos seco + molde	29.41 grs	Peso molde	88.3 grs
Peso del molde	8.50 grs	Peso muestra	78.58 grs
Humedad	28.073 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

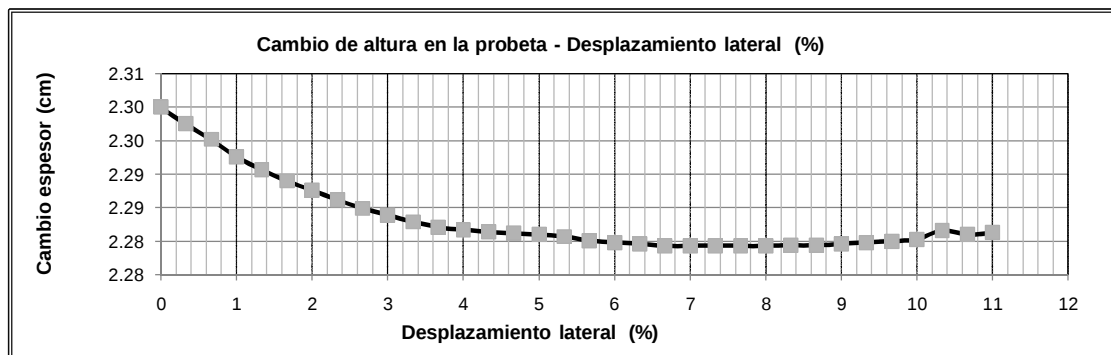
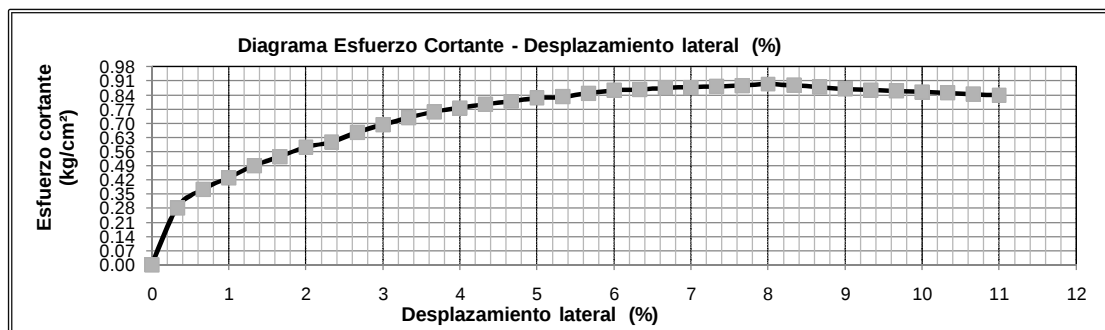
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	25 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	1.27 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	39.05 grs	Peso muestra + molde	167.81 grs
Peso de Suelos seco + molde	32.21 grs	Peso molde	89.6 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	78.21 grs
Humedad	28.607 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





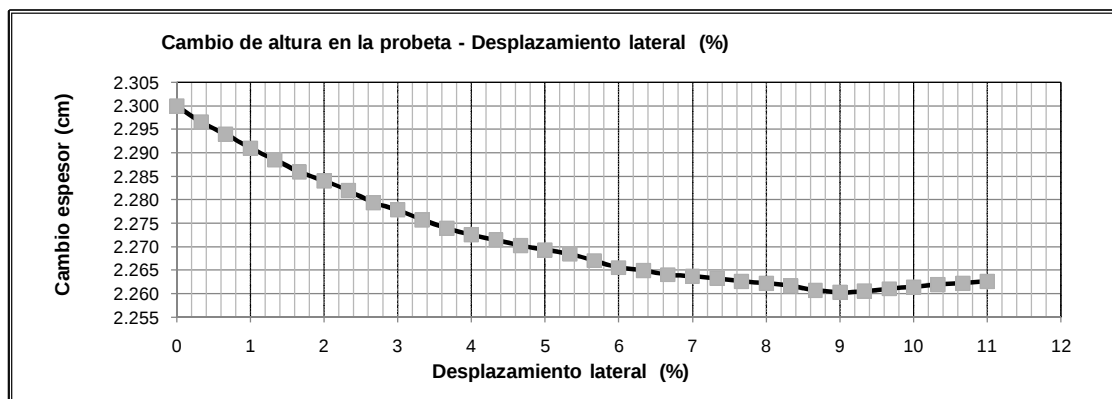
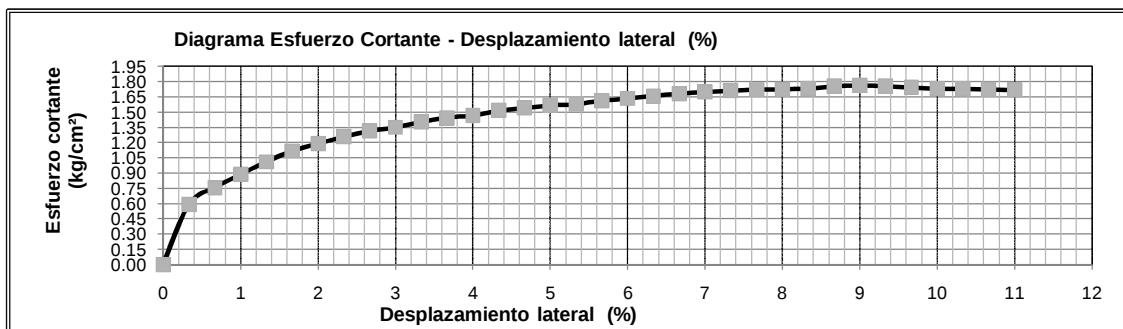
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	50 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	2.55 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	35.81 grs	Peso muestra + molde	166.24 grs
Peso de Suelos seco + molde	87.50 grs	Peso molde	87.8 grs
Peso del molde	78.27 grs	Peso muestra	78.44 grs
Humedad	-560.022 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

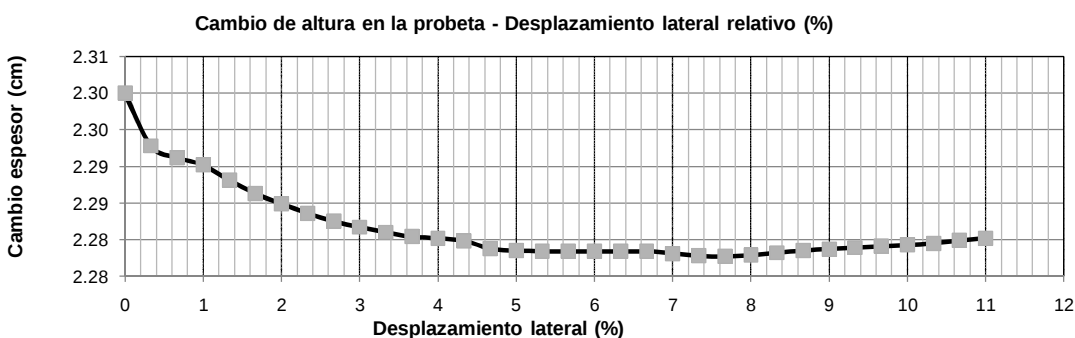
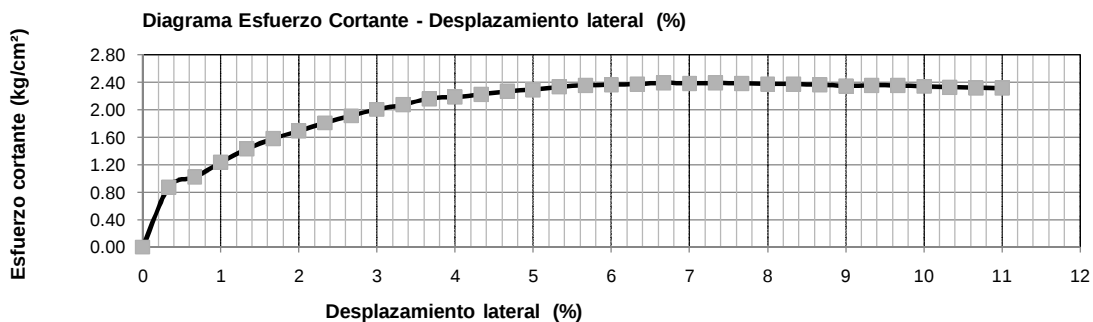
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	70 Kg	Area:	19.63	cm ²
Esfuerzo:	3.57 Kg/cm ²	Altura:	2.3	cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	4	

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	40.50 grs	Peso muestra + molde	166.88 grs
Peso de Suelos seco + molde	33.24 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.40 grs	Peso muestra	78.18 grs
Humedad	29.227 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





CONSTRUSUELOS LTDA.

804.015.242-8

**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	18/10/2011

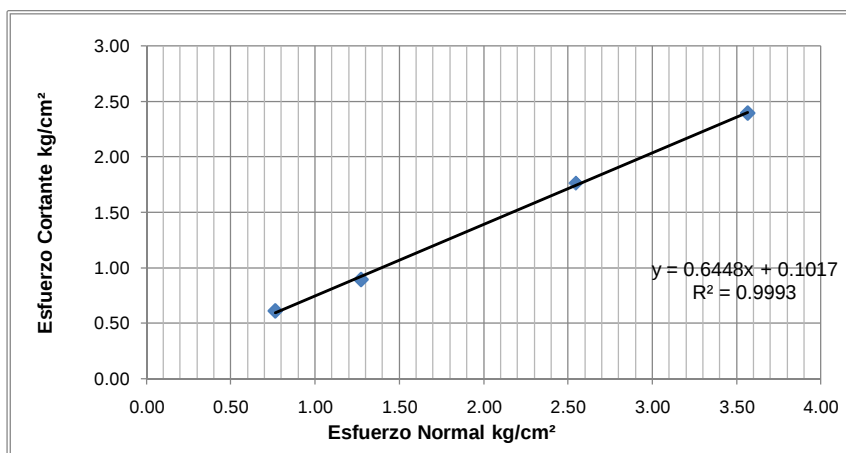
SONDEO	2	MUESTRA	13	PROFUNDIDAD	13.15-14.65	MT
---------------	----------	----------------	-----------	--------------------	-------------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
ARENA ARCILLOSA (SC)	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE
--

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²
1	19.63	0.764	0.6111
2	19.63	1.273	0.8940
3	19.63	2.546	1.7623
4	19.63	3.565	2.3940



RESULTADOS		Densidad kg/cm³		
Fricción Ø	33	PUNTO N° 1	1.74	grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.73	grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.10	PUNTO N° 3	1.74	grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.73	grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

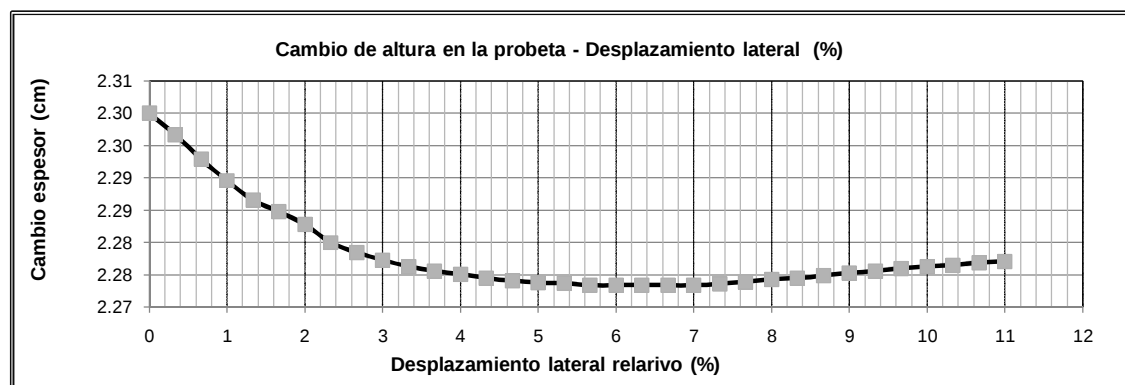
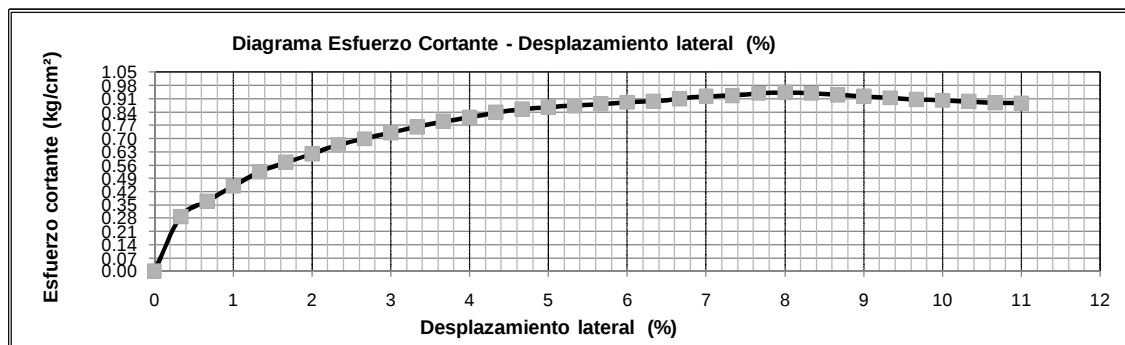
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	25 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	1.27 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	42.65 grs	Peso muestra + molde	171.71 grs
Peso de Suelos seco + molde	35.64 grs	Peso molde	89.6 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	82.11 grs
Humedad	25.640 %	Densidad Húmeda	1.82 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

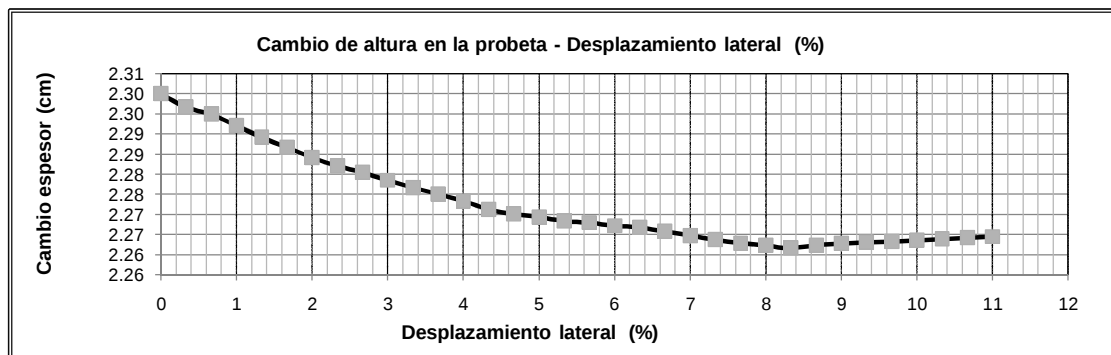
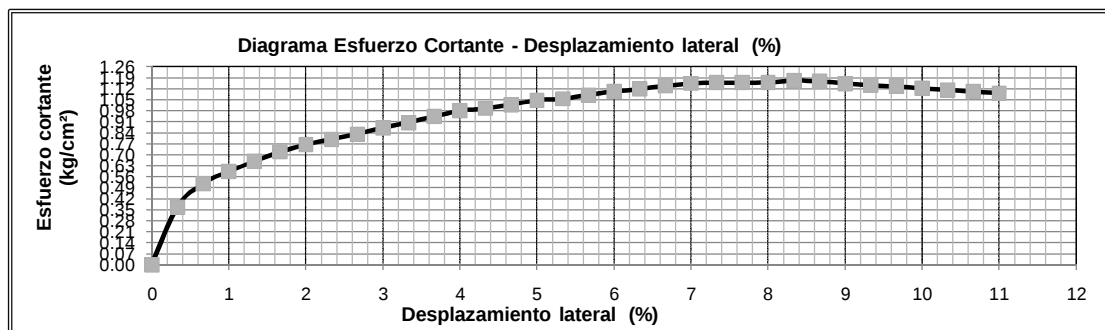
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	40 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	2.04 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	45.08 grs	Peso muestra + molde	167.06 grs
Peso de Suelos seco + molde	37.54 grs	Peso molde	88.3 grs
Peso del molde	8.10 grs	Peso muestra	78.76 grs
Humedad	25.611 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





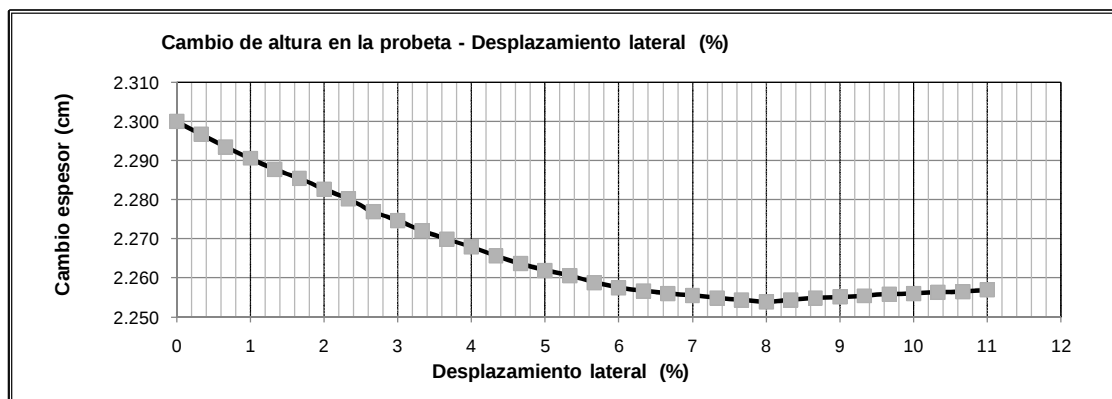
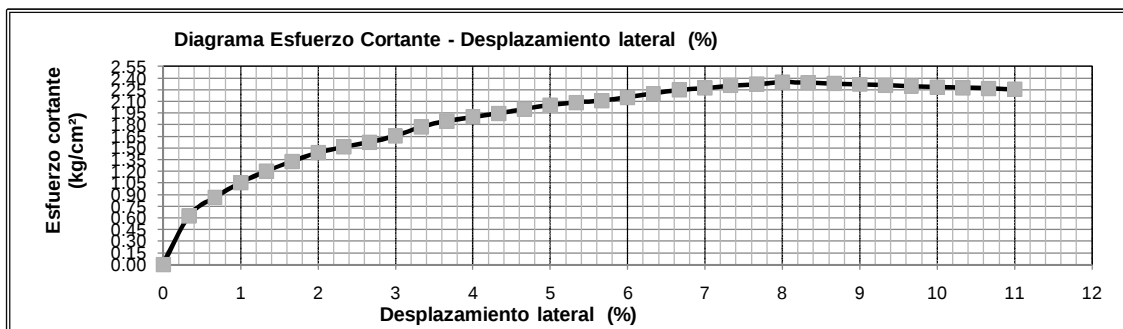
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	80 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	4.07 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	42.42 grs	Peso muestra + molde	170.66 grs
Peso de Suelos seco + molde	35.34 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.50 grs	Peso muestra	81.96 grs
Humedad	26.379 %	Densidad Húmeda	1.81 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

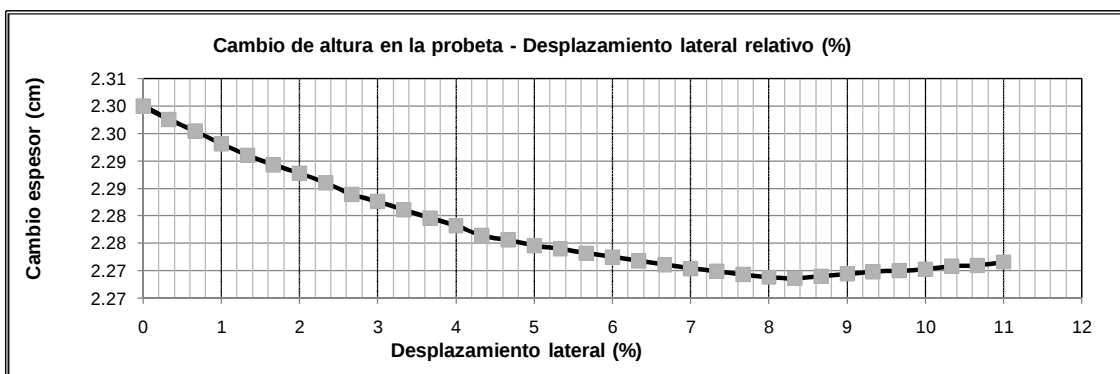
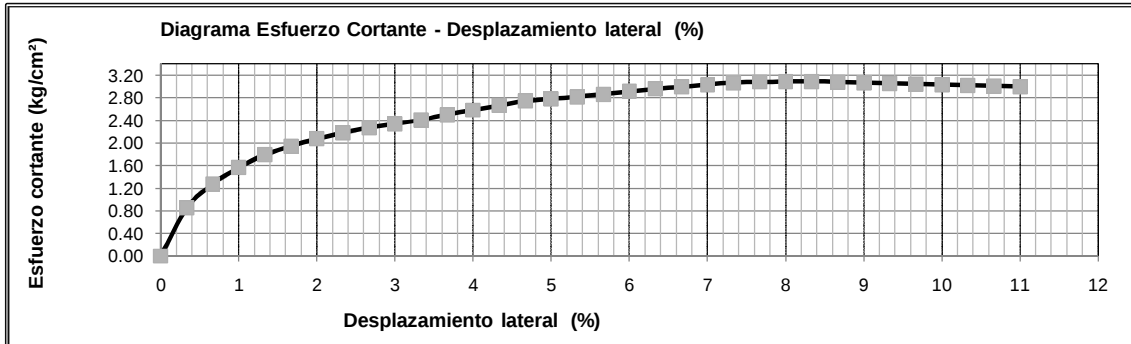
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	120 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	6.11 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	4

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	39.82 grs	Peso muestra + molde	175.19 grs
Peso de Suelos seco + molde	33.25 grs	Peso molde	87.5 grs
Peso del molde	8.50 grs	Peso muestra	87.69 grs
Humedad	26.545 %	Densidad Húmeda	1.94 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	18/10/2011

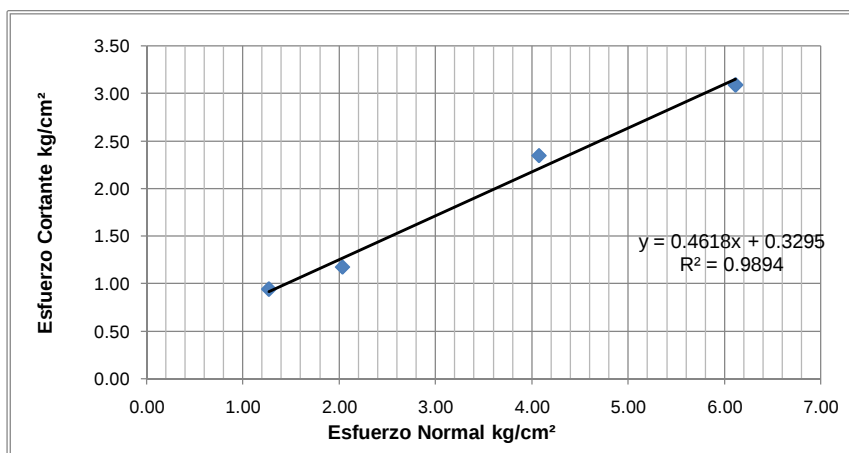
SONDEO	2	MUESTRA	22	PROFUNDIDAD	22.45-24.00	MT
---------------	----------	----------------	-----------	--------------------	-------------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
ARENA ARCILLOSA (SC)	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE
--

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²
1	19.63	1.273	0.9424
2	19.63	2.037	1.1728
3	19.63	4.074	2.3466
4	19.63	6.112	3.0884



RESULTADOS		Densidad kg/cm³		
Fricción Ø	25	PUNTO N° 1	1.82	grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.74	grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.33	PUNTO N° 3	1.81	grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.94	grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO

ANEXO B

APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO



CONSTRU SUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANOMARA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : APIQUE 1 PROF. 0,00-1,00

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

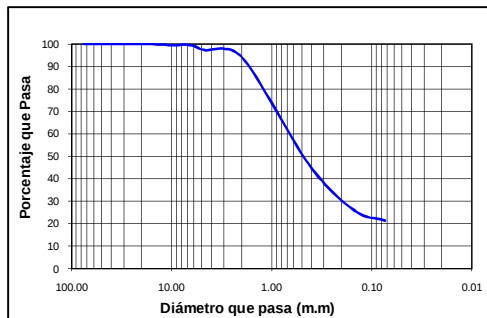
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. :
W tara + S. Seco :
W tara :
W Suelo Seco :
W Agua :
Humedad Natural % :

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	2.90	0.37	99.63
3/8	9.50	2.10	0.27	99.37
1/4	6.35	0.00	0.00	99.37
4	4.76	16.90	2.14	97.22
10	2.00	23.90	3.03	94.19
40	0.43	377.80	47.94	46.25
100	0.149	161.40	20.48	25.77
200	0.074	36.10	4.58	21.19
PASA 200	.....	167.3		
TOTAL		788.36		

W suelo inicial seco : 788.10 grs
W suelo despues de lavado: 621.30 grs
Porcentaje de error : 0.03 %



GRAVA: 2.78

ARENA: 76.03

FINOS: 21.19

CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO

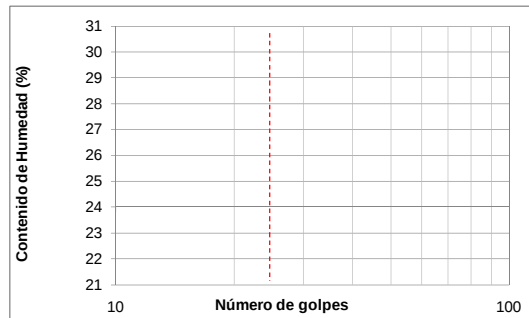
INV. E - 125

Tara No.	0	0	0	0
W Tara + S. Hum.	0.00	0.00	0.00	0.00
W tara + S. Seco	0.00	0.00	0.00	0.00
W tara	0.00	0.00	0.00	0.00
W Suelo Seco	0.00	0.00	0.00	0.00
W Agua	0.00	0.00	0.00	0.00
Humedad %				
No. de Golpes	0	0	0	0

LIMITE PLASTICO

INV. E - 126

Tara No.	0	0	0	
W tara + S. Hum.	0.00	0.00	0.00	
W tara + S. Seco	0.00	0.00	0.00	
W tara	0.00	0.00	0.00	
W Suelo Seco	0.00	0.00	0.00	
W Agua	0.00	0.00	0.00	
Humedad %				0.00



LIMITE LIQUIDO: 0.00

LIMITE PLASTICO: 0.00

INDICE PLASTICO: 0.00

USC SM
A.A.S.H.O A-1b

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRUSUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANOMARA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : APIQUE 2

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

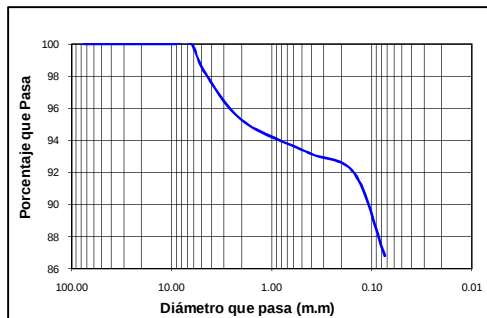
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. :
W tara + S. Seco :
W tara :
W Suelo Seco :
W Agua :
Humedad Natural % :

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	100.00
1/4	6.35	0.00	0.00	100.00
4	4.76	13.20	1.67	98.33
10	2.00	24.40	3.08	95.25
40	0.43	16.30	2.06	93.20
100	0.149	10.10	1.27	91.92
200	0.074	40.80	5.15	86.77
PASA 200	.....	687.8		
TOTAL		792.56		

W suelo inicial seco : 792.20 grs
W suelo despues de lavado: 104.90 grs
Porcentaje de error : 0.05 %



GRAVA: 1.67

ARENA: 11.56

FINOS: 86.77

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		302	283	306	312
W Tara + S. Hum.		20.90	28.60	25.80	23.40
W tara + S. Seco		17.90	23.50	20.90	19.10
W tara		8.60	8.60	8.10	8.60
W Suelo Seco		9.30	14.90	12.80	10.50
W Agua		3.00	5.10	4.90	4.30
Humedad %		32.26	34.23	38.28	40.95
No. de Golpes		37	28	20	14

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		100	10	1	
W tara + S Hum.		23.30	25.30	24.00	
W tara + S. Seco		20.30	22.00	21.00	
W tara		6.60	6.80	7.00	
W Suelo Seco		13.70	15.20	14.00	
W Agua		3.00	3.30	3.00	
Humedad %		21.90	21.71	21.43	21.68



LIMITE LIQUIDO: 36.00

LIMITE PLASTICO: 21.68

INDICE PLASTICO: 14.32

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRUSUELOS L TDA.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA. CLIENTE: CDMB

SITIO : CORREDOR VIAL PANOMARA - LA CUMBRE

FECHA : SEPTIEMBRE DE 2011

MUESTRA : APIQUE 3

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

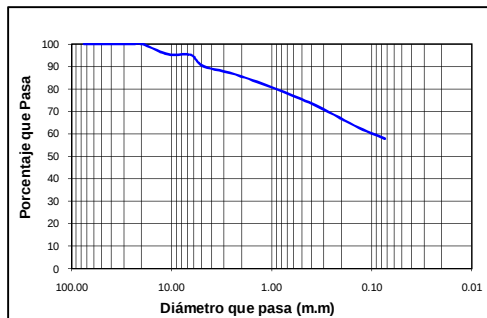
INV. E - 122

W Tara + S. Hum. :
W tara + S. Seco :
W tara :
W Suelo Seco :
W Agua :
Humedad Natural % :

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75.00	0.00	0.00	100.00
21/2	62.50	0.00	0.00	100.00
2	50.00	0.00	0.00	100.00
11/2	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.50	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	27.90	3.69	96.31
3/8	9.50	9.30	1.23	95.08
1/4	6.35	0.00	0.00	95.08
4	4.76	38.40	5.08	90.00
10	2.00	33.70	4.46	85.54
40	0.43	87.80	11.61	73.93
100	0.149	78.60	10.40	63.54
200	0.074	44.40	5.87	57.66
PASA 200	.....	436.5		
TOTAL		756.56		

W suelo inicial seco : 756.10 grs
W suelo despues de lavado: 320.10 grs
Porcentaje de error : 0.06 %



GRAVA: 10.00

ARENA: 32.34

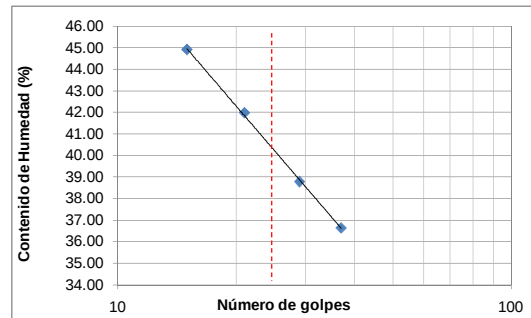
FINOS: 57.66

CLASIFICACION: ARCILLA INORGANICA DE BAJA A
MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		305	130	304	334
W Tara + S. Hum.		32.00	22.00	20.00	22.80
W tara + S. Seco		25.70	18.20	16.60	18.40
W tara		8.50	8.40	8.50	8.60
W Suelo Seco		17.20	9.80	8.10	9.80
W Agua		6.30	3.80	3.40	4.40
Humedad %		36.63	38.78	41.98	44.90
No. de Golpes		37	29	21	15

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		109	314	28	
W tara + S Hum.		22.60	24.00	21.90	
W tara + S. Seco		19.70	21.10	19.20	
W tara		6.70	8.40	6.90	
W Suelo Seco		13.00	12.70	12.30	
W Agua		2.90	2.90	2.70	
Humedad %		22.31	22.83	21.95	22.36



LIMITE LIQUIDO: 40.00

LIMITE PLASTICO: 22.36

INDICE PLASTICO: 17.64

USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

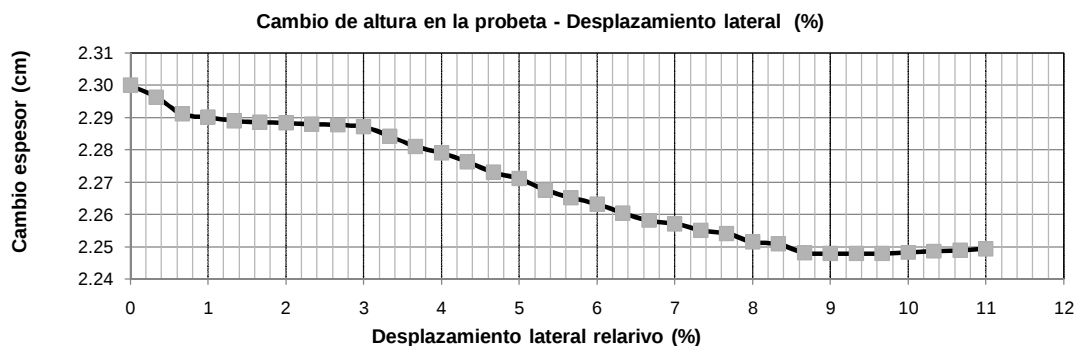
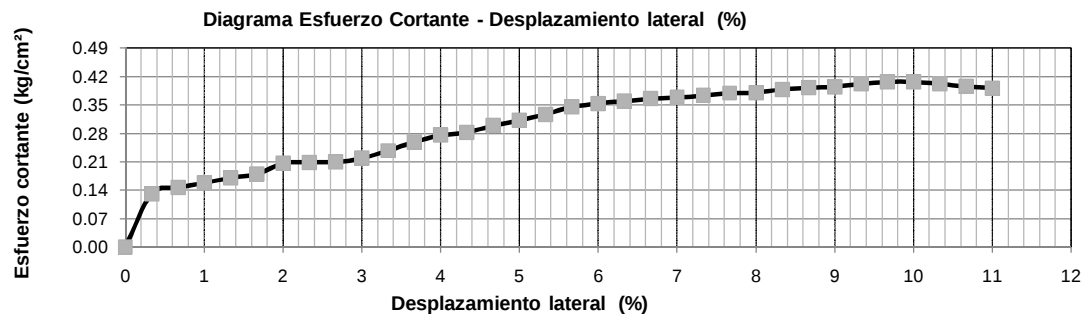
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	5 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.25 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	54.78 grs	Peso muestra + molde	166.67 grs
Peso de Suelos seco + molde	49.78 grs	Peso molde	88.6 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	78.07 grs
Humedad	12.054 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

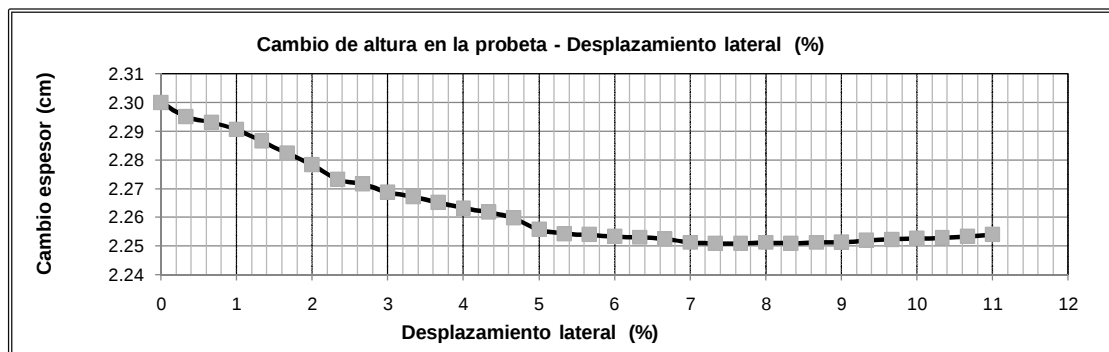
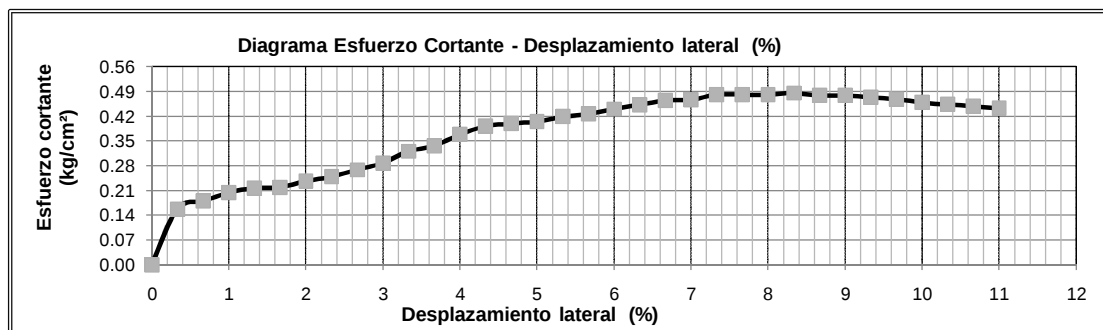
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	10 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.51 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	52.39 grs	Peso muestra + molde	166.69 grs
Peso de Suelos seco + molde	47.58 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	77.99 grs
Humedad	12.245 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





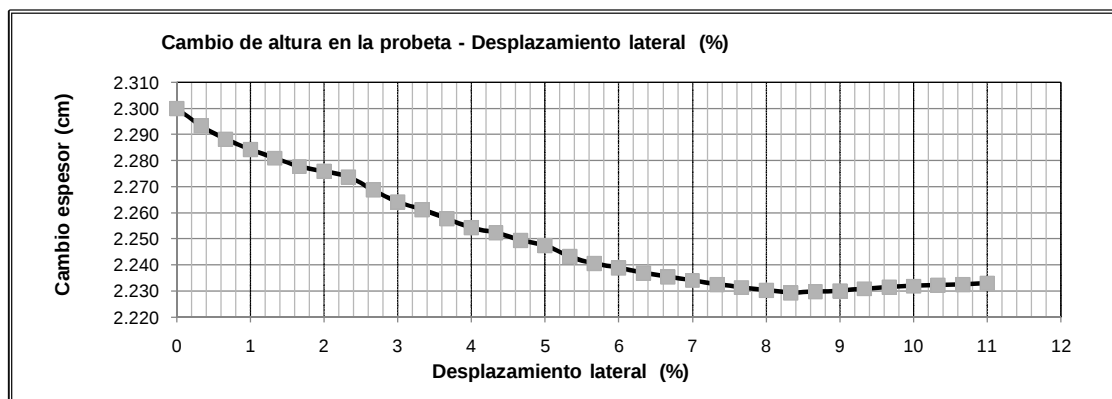
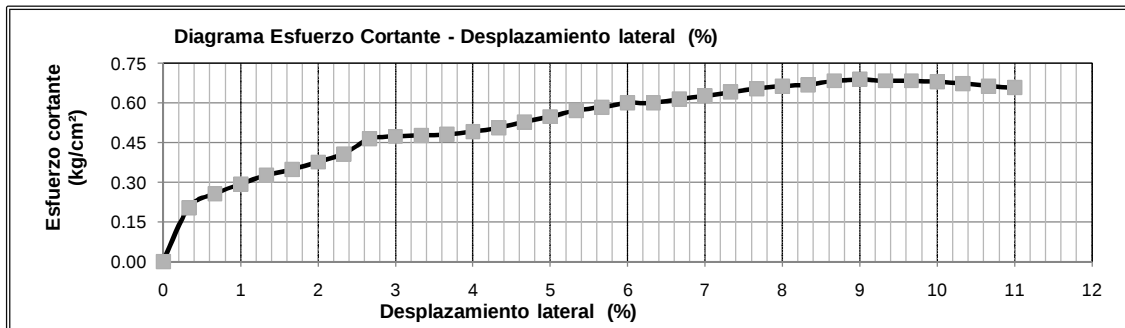
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	15 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.76 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	51.28 grs	Peso muestra + molde	166.75 grs
Peso de Suelos seco + molde	46.61 grs	Peso molde	88.5 grs
Peso del molde	8.50 grs	Peso muestra	78.25 grs
Humedad	12.254 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

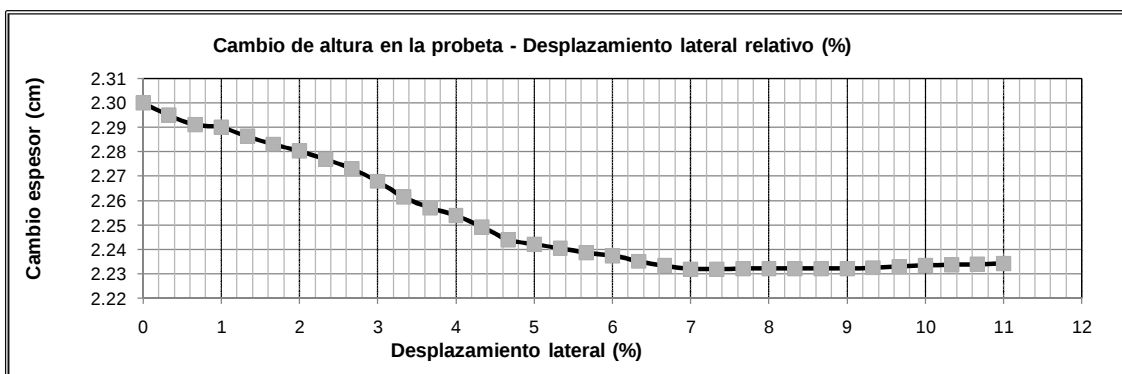
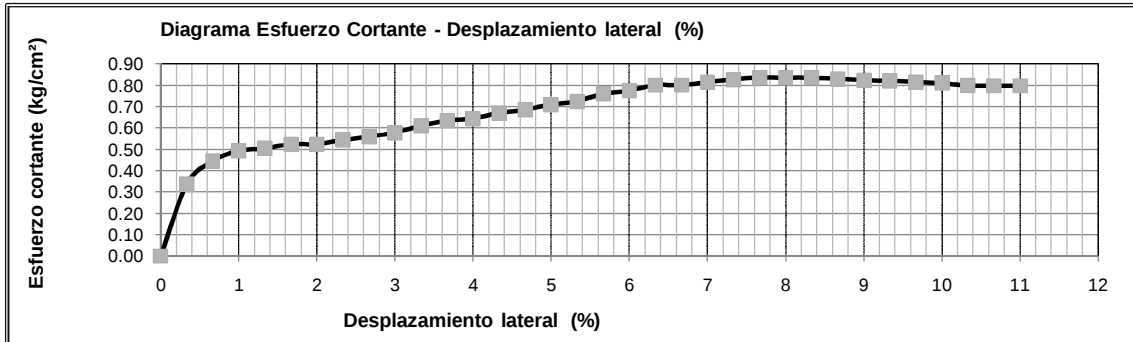
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	20 Kg	Area:	19.63	cm ²
Esfuerzo:	1.02 Kg/cm ²	Altura:	2.3	cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	4	

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	53.90 grs	Peso muestra + molde	165.99 grs
Peso de Suelos seco + molde	48.94 grs	Peso molde	87.6 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	78.39 grs
Humedad	12.205 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	21 DE SEPTIEMBRE DE 2011

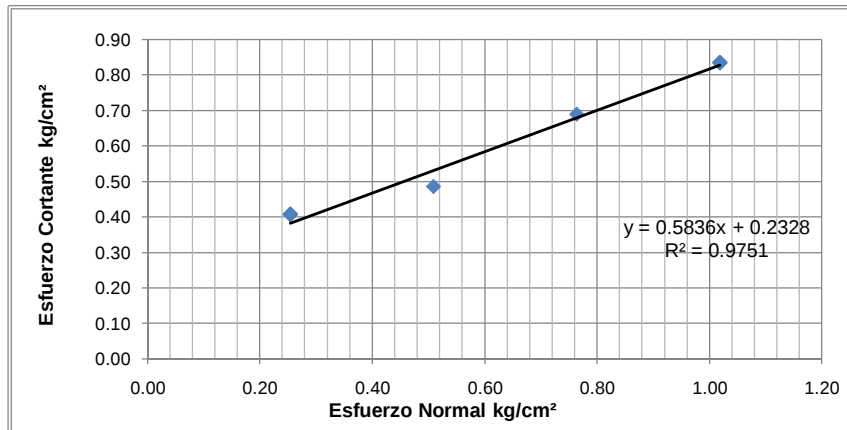
APIQUE	1	MUESTRA		PROFUNDIDAD	0,00-1,00	MT
---------------	----------	----------------	--	--------------------	-----------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
ARENA LIMOSA (SM)	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²
1	19.63	0.255	0.4074
2	19.63	0.509	0.4856
3	19.63	0.764	0.6893
4	19.63	1.019	0.8349



RESULTADOS		Densidad kg/cm³		
Fricción Ø	30	PUNTO N° 1	1.73	grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.73	grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.23	PUNTO N° 3	1.73	grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.74	grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

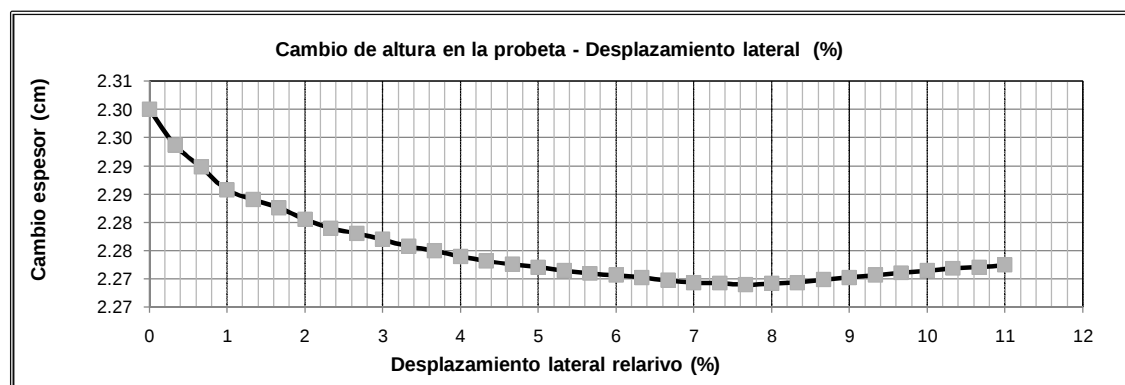
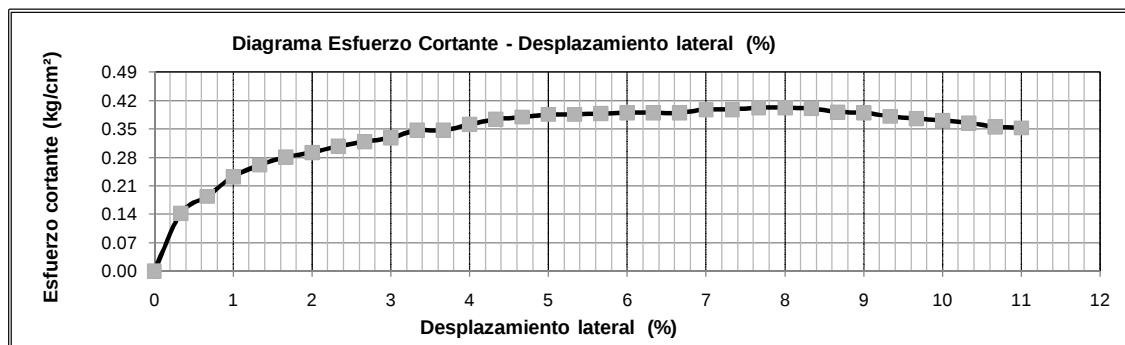
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	5 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.25 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	49.95 grs	Peso muestra + molde	166.83 grs
Peso de Suelos seco + molde	38.84 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.00 grs	Peso muestra	78.13 grs
Humedad	36.025 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

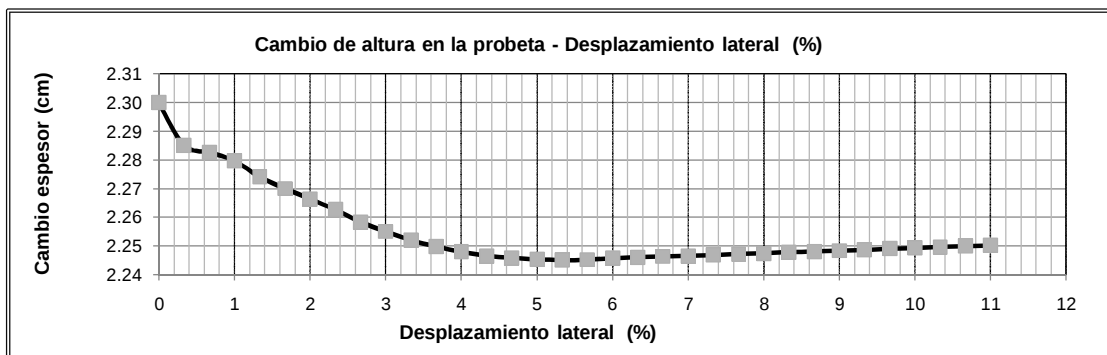
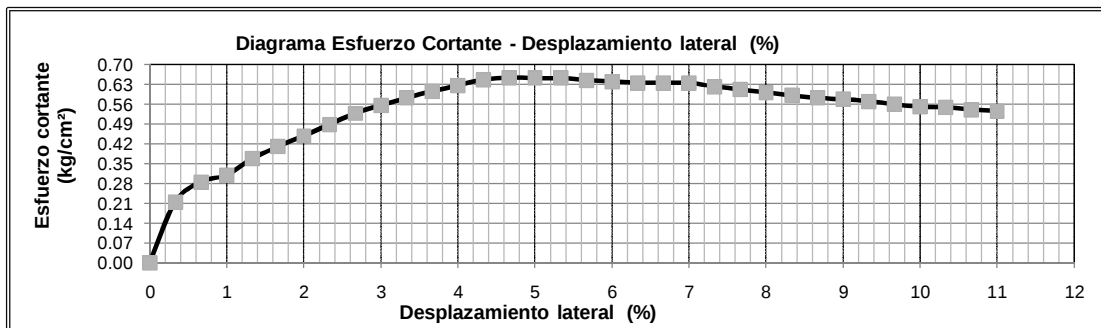
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	10 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.51 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	41.64 grs	Peso muestra + molde	166.67 grs
Peso de Suelos seco + molde	33.04 grs	Peso molde	88.5 grs
Peso del molde	8.40 grs	Peso muestra	78.17 grs
Humedad	34.903 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





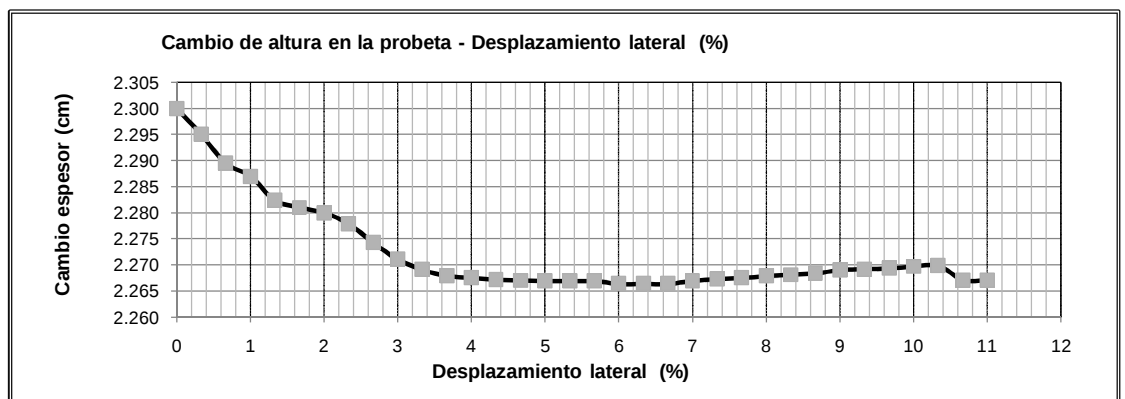
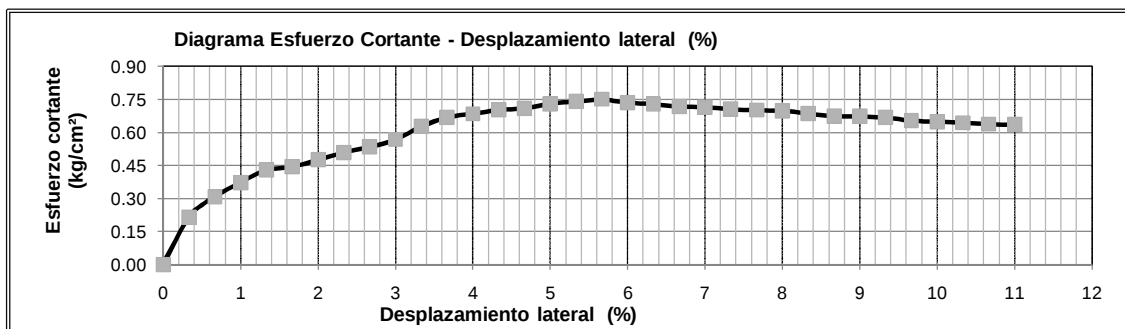
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	15 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.76 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	49.80 grs	Peso muestra + molde	166.03 grs
Peso de Suelos seco + molde	39.20 grs	Peso molde	87.6 grs
Peso del molde	8.00 grs	Peso muestra	78.43 grs
Humedad	33.974 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

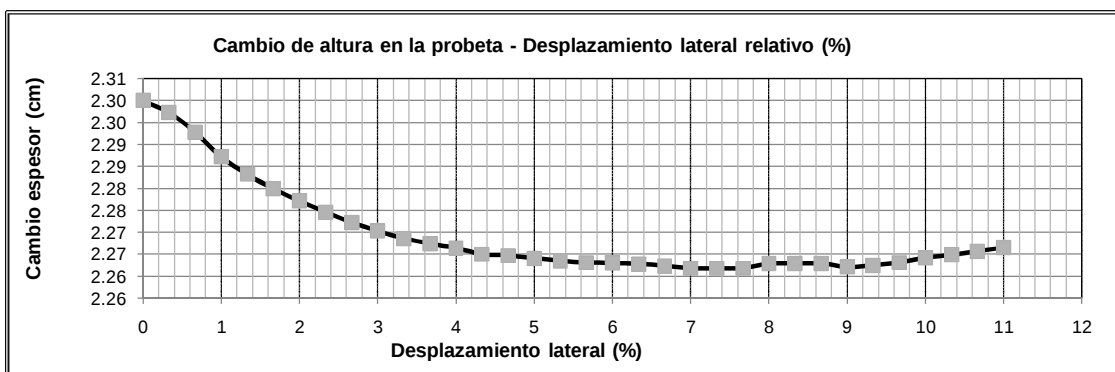
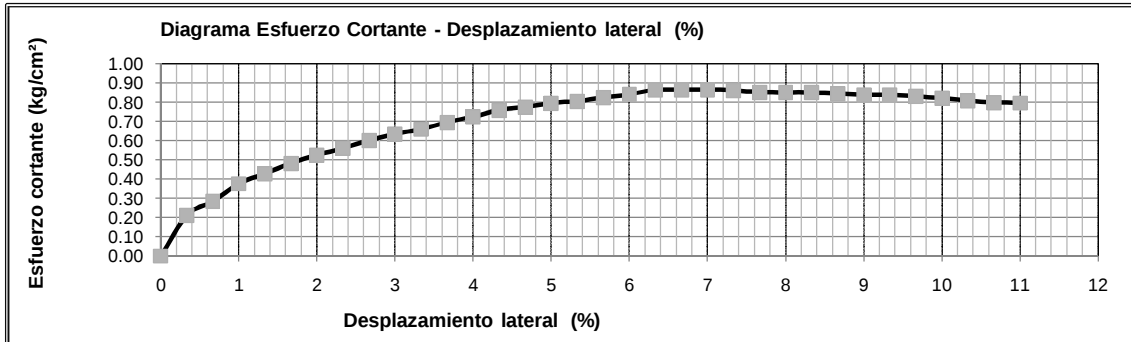
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	20 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	1.02 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	4

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	50.47 grs	Peso muestra + molde	166.62 grs
Peso de Suelos seco + molde	40.18 grs	Peso molde	88.6 grs
Peso del molde	8.00 grs	Peso muestra	78.02 grs
Humedad	31.976 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	20 DE SEPTIEMBRE DE 2011

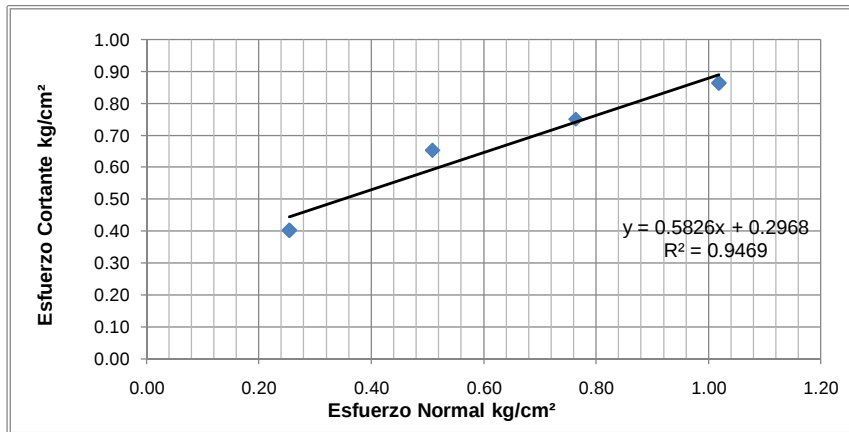
APIQUE	2	MUESTRA		PROFUNDIDAD	0,00-1,00	MT
---------------	----------	----------------	--	--------------------	-----------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD (CL)	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE	
--	--

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²
1	19.63	0.255	0.4023
2	19.63	0.509	0.6533
3	19.63	0.764	0.7510
4	19.63	1.019	0.8642



RESULTADOS		Densidad kg/cm³		
Fricción Ø	30	PUNTO N° 1	1.73	grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.73	grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.30	PUNTO N° 3	1.74	grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.73	grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

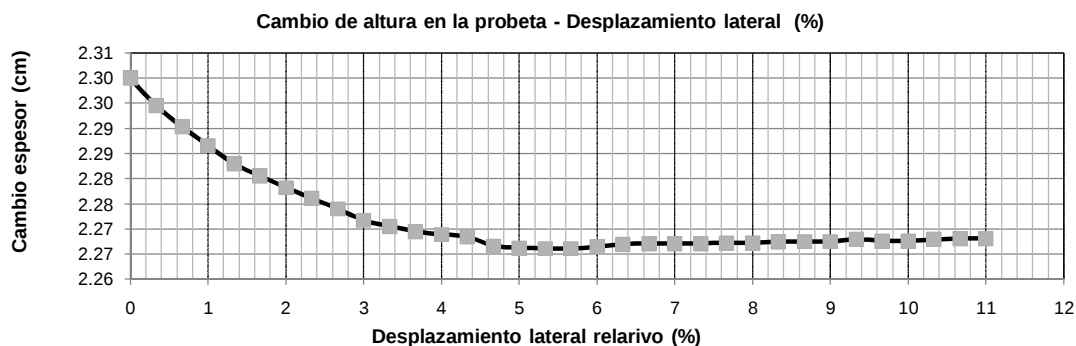
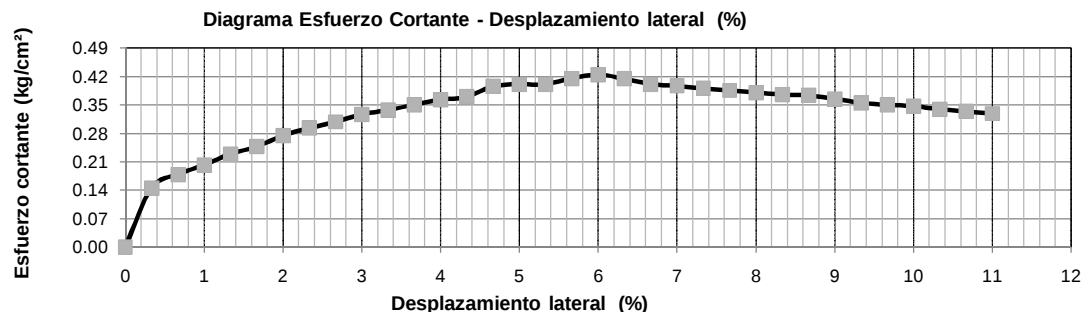
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	5 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.25 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	49.95 grs	Peso muestra + molde	166.83 grs
Peso de Suelos seco + molde	38.84 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.00 grs	Peso muestra	78.13 grs
Humedad	36.025 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

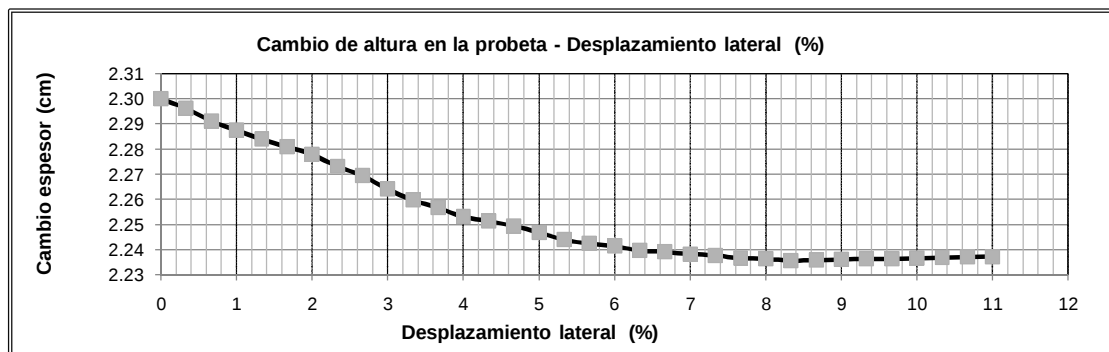
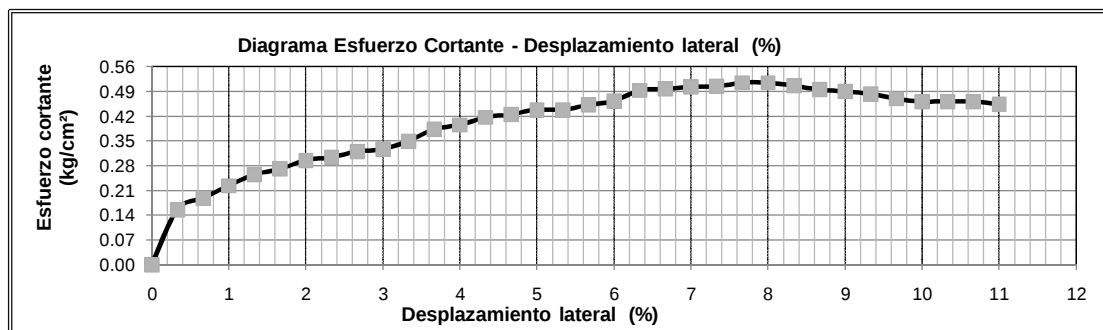
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	10 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.51 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	46.75 grs	Peso muestra + molde	166.57 grs
Peso de Suelos seco + molde	40.05 grs	Peso molde	88.7 grs
Peso del molde	8.40 grs	Peso muestra	77.87 grs
Humedad	21.169 %	Densidad Húmeda	1.72 grs/cm ³





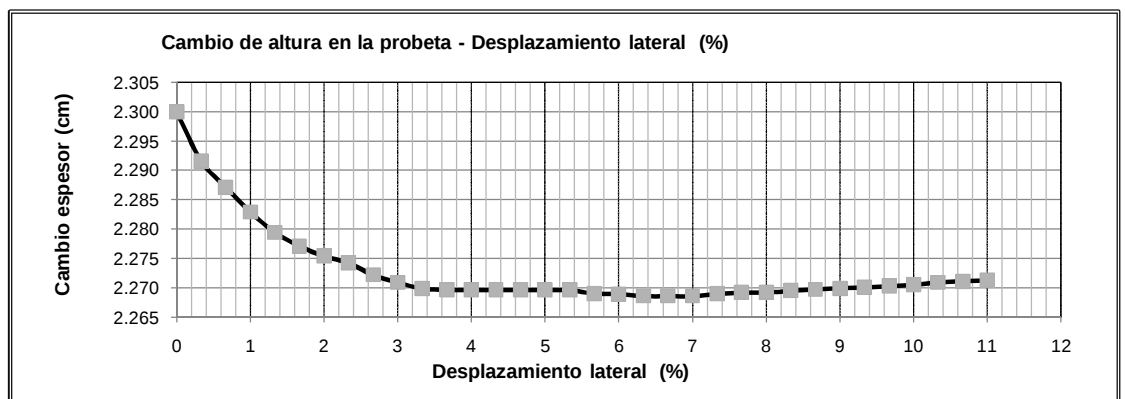
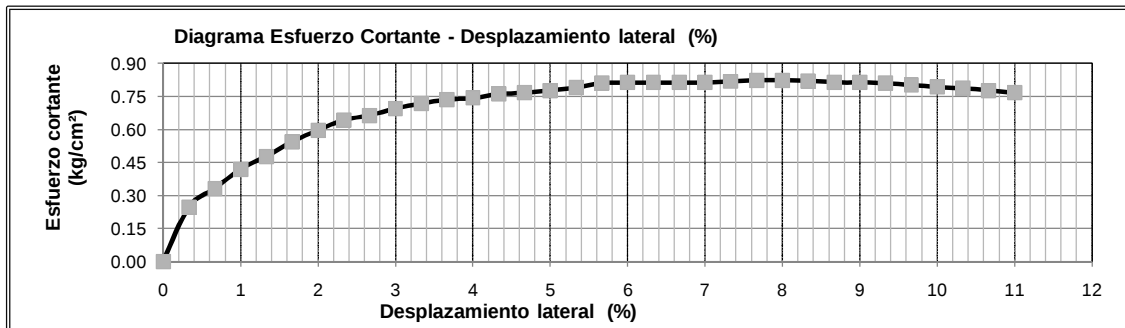
DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	15 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	0.76 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA			
Alterada	☒	Humedad	☐
Inalterada	☐	Saturada	☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	49.66 grs	Peso muestra + molde	166.76 grs
Peso de Suelos seco + molde	42.55 grs	Peso molde	88.5 grs
Peso del molde	8.30 grs	Peso muestra	78.26 grs
Humedad	20.759 %	Densidad Húmeda	1.73 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

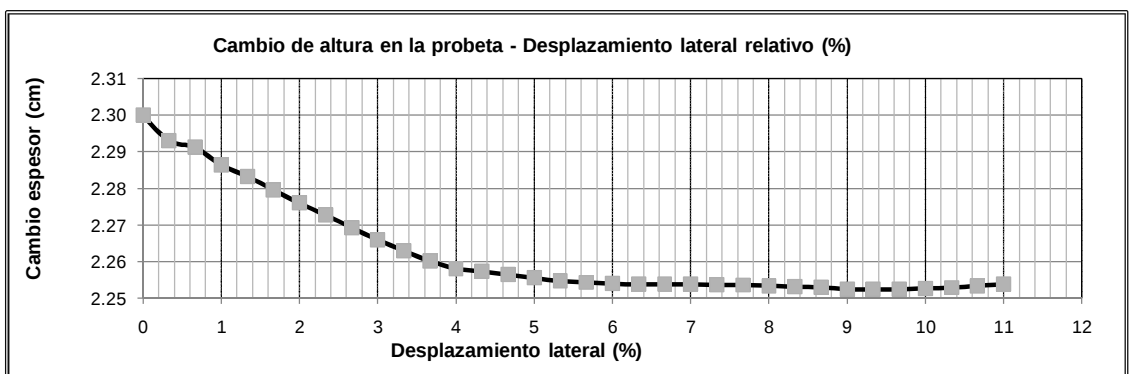
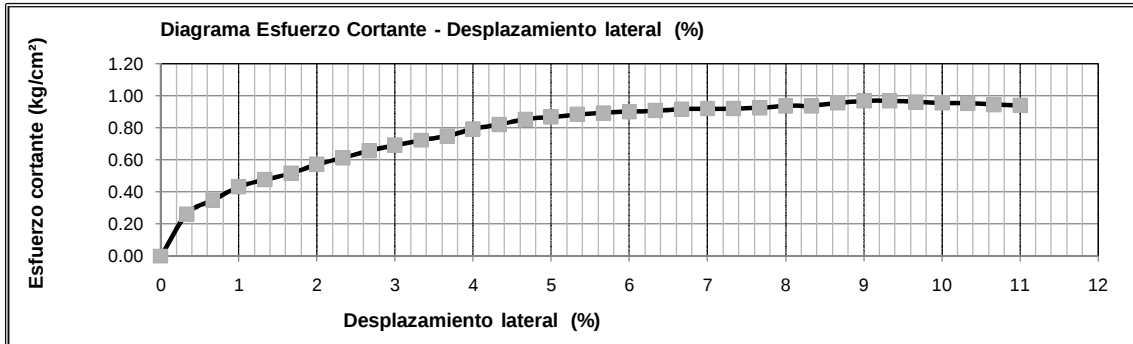
OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB

Carga:	20 Kg	Area:	19.63 cm ²
Esfuerzo:	1.02 Kg/cm ²	Altura:	2.3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	4

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada ☒	Humedad ☐
Inalterada ☐	Saturada ☒

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	51.72 grs	Peso muestra + molde	166.05 grs
Peso de Suelos seco + molde	44.32 grs	Peso molde	87.6 grs
Peso del molde	8.40 grs	Peso muestra	78.45 grs
Humedad	20.601 %	Densidad Húmeda	1.74 grs/cm ³





DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080

OBRA:	DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN, EN LOS SECTORES: A. CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE; B. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO EL CARMEN I ; C. COLEGIO MICROEMPRESARIAL BARRIO VILLA LUZ; D. COLEGIO ISIDRO CABALLERO BARRIO LA CASTELLANA, FLORIDABLANCA.
LOCALIZACION:	CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE
EMPRESA	CDMB
LABORATORISTA	EDWIN GOMEZ
FECHA DEL ENSAYO	21 DE SEPTIEMBRE DE 2011

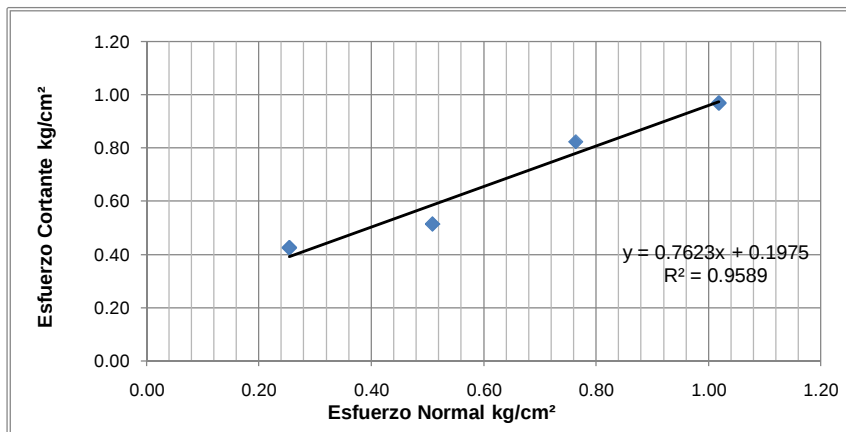
APIQUE	3	MUESTRA		PROFUNDIDAD	0,00-1,00	MT
---------------	----------	----------------	--	--------------------	-----------	----

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5.0 cm	Area:	19.63 cm ²
Altura:	2.3 cm	Volumen:	45.16 cm ³

Clasificación del suelo :	
ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD (CL)	

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE	
--	--

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²
1	19.63	0.255	0.4249
2	19.63	0.509	0.5144
3	19.63	0.764	0.8230
4	19.63	1.019	0.9691



RESULTADOS		Densidad kg/cm³		
Fricción Ø	37	PUNTO N° 1	1.73	grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1.72	grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.20	PUNTO N° 3	1.73	grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1.74	grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO

ANEXO C

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DEL
CORREDOR VIAL PANORAMA – LA CUMBRE, EN EL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.**

PRESUPUESTO DE OBRAS

ÍTEM	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
PRELIMINARES					
1	Campamento	1.00	Global	\$ 3,500,000.00	\$ 3,500,000.00
2	Desmonte y Limpieza en Zona Boscosa	0.30	Ha	\$ 2,500,000.00	\$ 750,000.00
3	Demolición de estructuras	80.00	m3	155,000.00	\$ 12,400,000.00
4	Cargue y Retiro de Escombros	116.00	m3	\$ 42,000.00	\$ 4,872,000.00
				Subtotal: \$	\$ 21,522,000
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
5	Excavación en Material Común a Maquina (incluye retiro)	17,500.00	m3	\$ 36,000.00	\$ 630,000,000.00
6	Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados	3,800.00	m3	\$ 41,000.00	\$ 155,800,000.00
				Subtotal: \$	\$ 785,800,000
OBRAS DE DRENAJE Y PROTECCIÓN					
7	Suministro, conformación y compactación de rellenos filtrantes en zanjas y drenes	150.00	m3	\$ 75,000.00	\$ 11,250,000.00
8	Perforación horizontal para drenes de penetración de 0.00 a 25.00 m	1,600.00	m	188,500.00	\$ 301,600,000.00
9	Geotextil no tejido para filtros	550.00	m2	6,100.00	\$ 3,355,000.00
10	Suministro e instalación de tubería corrugada de P.V.C. con filtro D=150 mm	250.00	m	\$ 25,500.00	\$ 6,375,000.00
11	Cuneta en concreto (B=1.0 m, e=0.1 m)	350.00	m	\$ 45,000.00	\$ 15,750,000.00
12	Concreto 3000 psi para Estructura de disipación	125.00	m3	\$ 580,000.00	\$ 72,500,000.00
13	suministro y colocación de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2	2,500.00	kg	\$ 6,200.00	\$ 15,500,000.00
14	Empradización con Biomanto	7,500.00	m2	19,500.00	\$ 146,250,000.00
				Subtotal: \$	\$ 572,580,000
ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN					
15	Moro en Gavión	1,260.00	m3	165,000.00	\$ 207,900,000.00
16	Suministro y colocación de concreto de 3000 psi	50.00	m3	\$ 580,000.00	\$ 29,000,000.00
17	suministro y colocación de acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2	7,500.00	kg	\$ 6,200.00	\$ 46,500,000.00
18	Pilote pre excavado en concreto 3000 psi diámetro 0.3 m (no incluye refuerzo)	1,400.00	m	350,000.00	\$ 490,000,000.00
				Subtotal: \$	\$ 773,400,000.00
	TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 2,153,302,000.00
	AIU (33%)				\$ 710,589,660.00
	TOTAL COSTO OBRAS				\$ 2,863,891,660.00

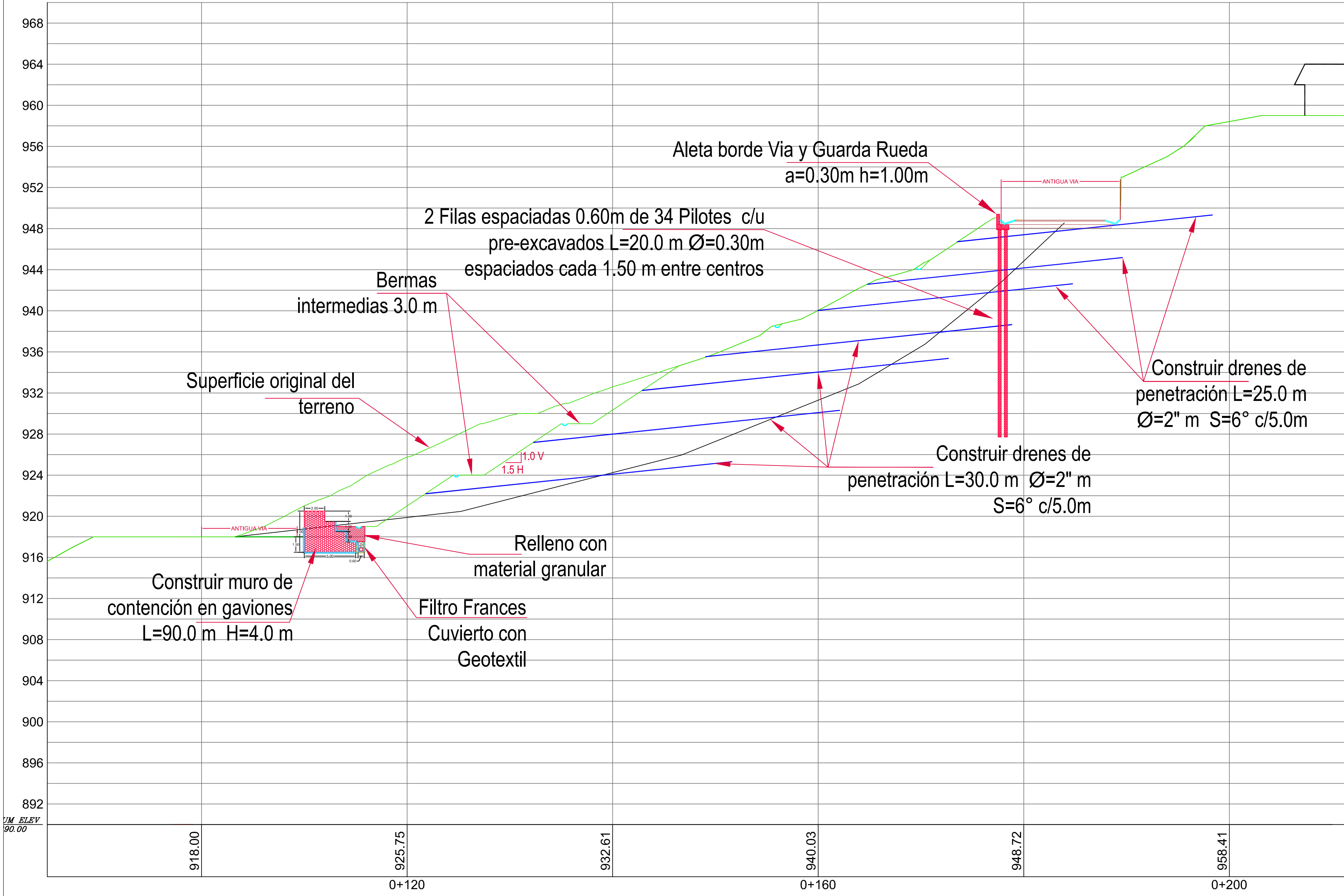
ANEXO D

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN


$$G \quad \Bigg| \quad 1$$

*PLANTA
GENERAL*

PERFIL 1



PROYECTO
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y
DISEÑO DE OBRAS DE
ESTABILIZACIÓN DE PUNTOS
CRÍTICOS DEL CORREDOR VIAL
PANORAMA - LA CUMBRE**
MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

GEOTECNICOS
COD. PROYECTO: RE-GEO-OMP-001
UBICACION: FLORIDABLANCA

- CONVENCIONES
- PILOTES PRE-EXCAVADOS Ø0.30m
 - PROTECCIÓN CON BIOMANTO
 - MURO GAVIÓN H=4.00 m
 - ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN
 - ZANJAS DE CORONACIÓN
 - DRENE DE 25 m

NOTAS
- Las dimensiones están dadas en metros.

CALCULISTA
Ing. RENE ALEXANDER PINTO M.
V.B. REVISION.
WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ
PROFESOR ASOCIADO UIS

FECHA	MODIFICACIONES

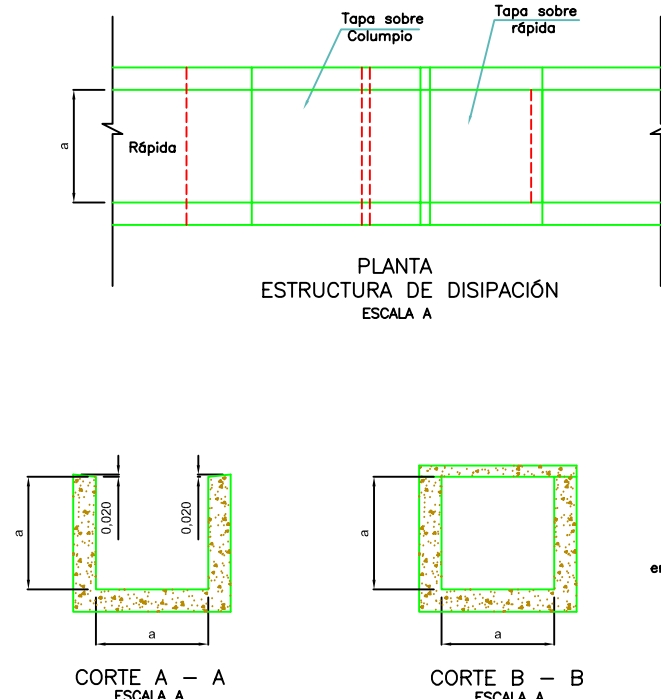
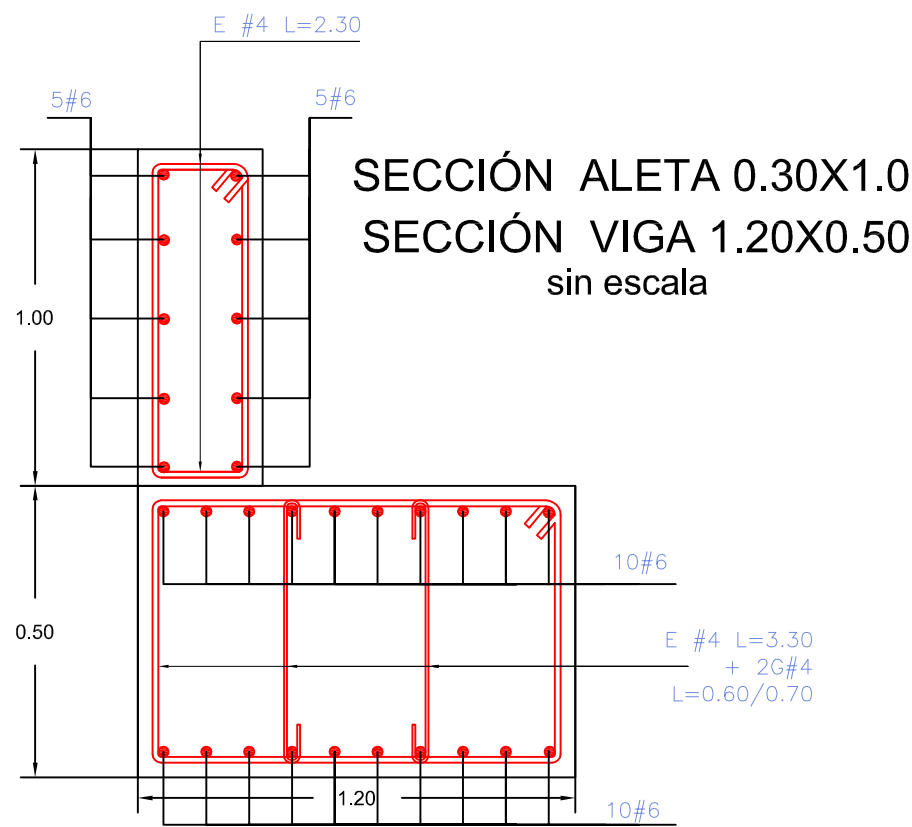
NOTAS
Este proyecto puede sufrir modificaciones y variaciones en sus medidas debido a ajustes pertinentes.

CONTIENE:
PERFIL UNO

COLABORO:
FABIO ARMANDO NARANJO SALAZAR

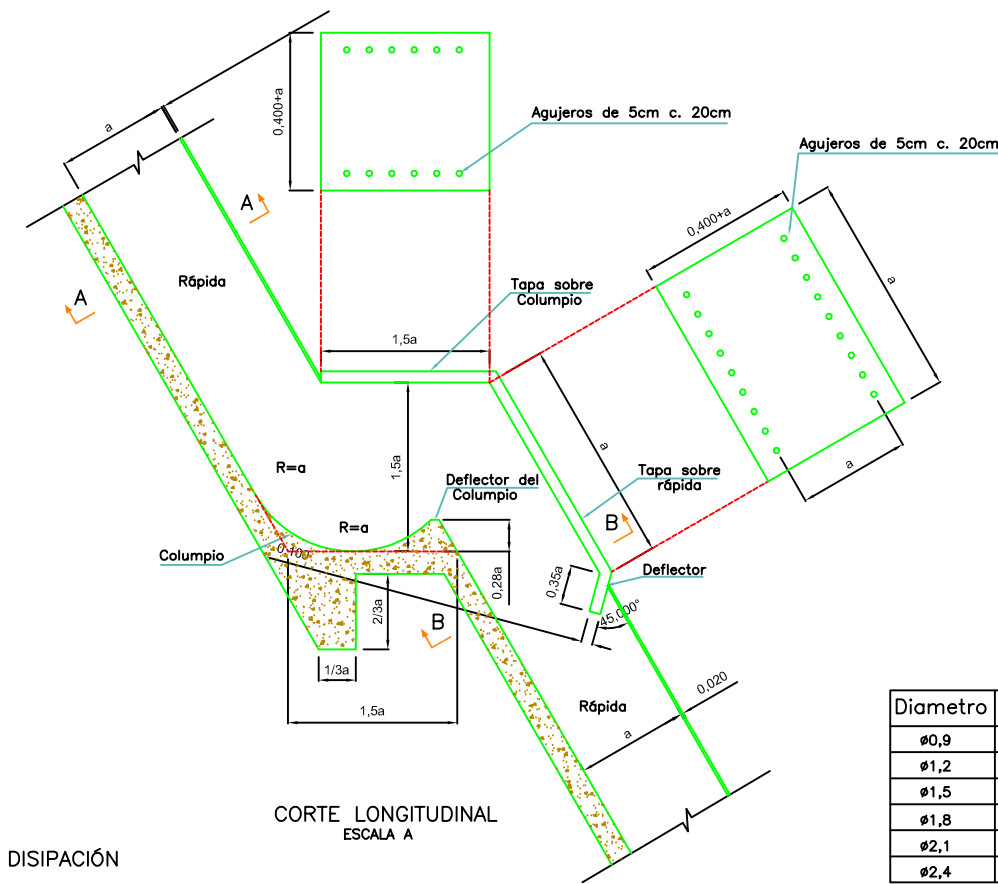
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2012
ESCALA: 1:1250

G 2

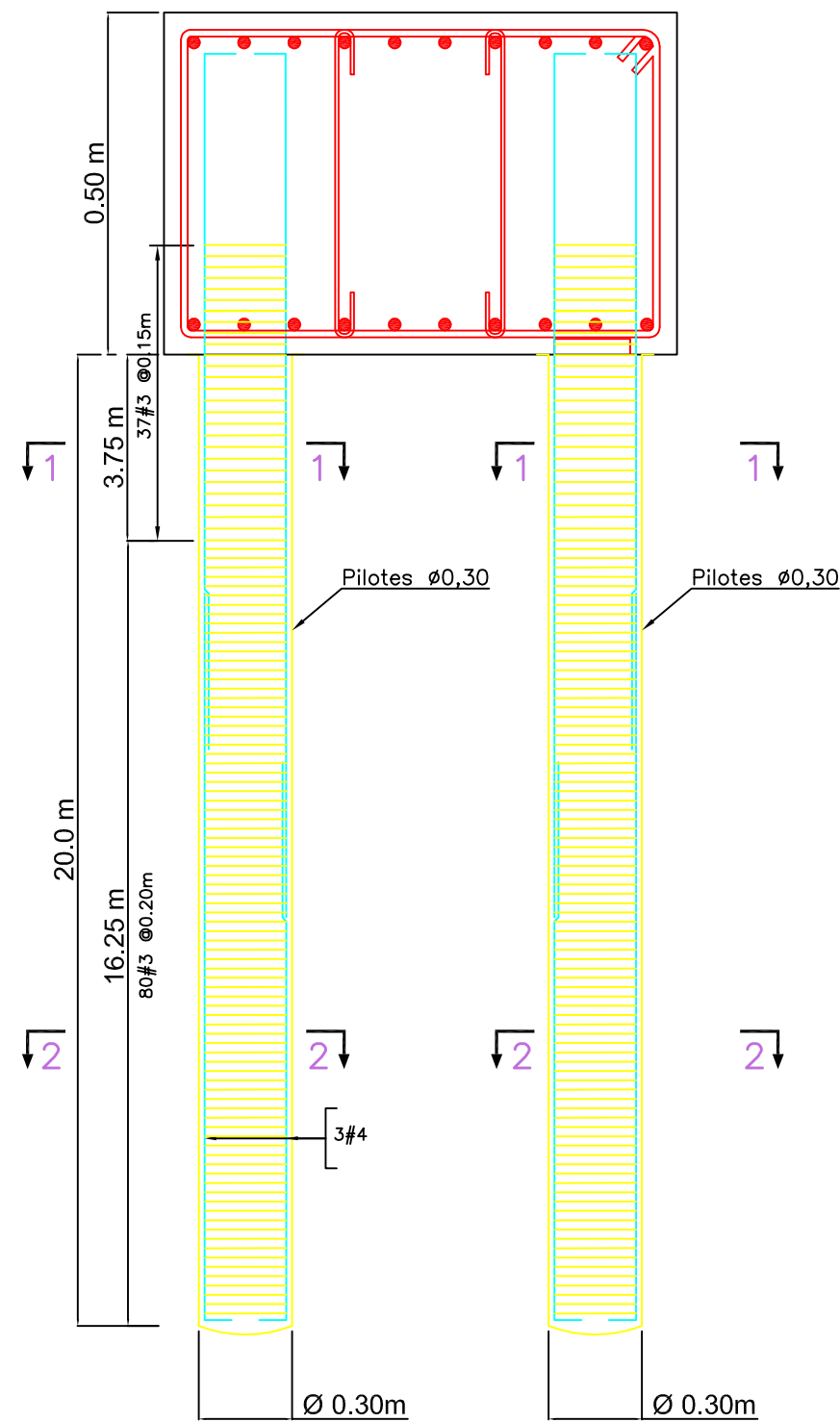


Corte canal rápida para pendiente entre el 50% y 137%

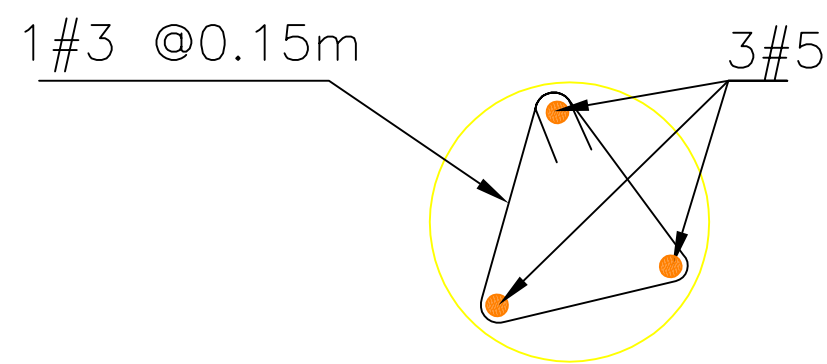
ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN



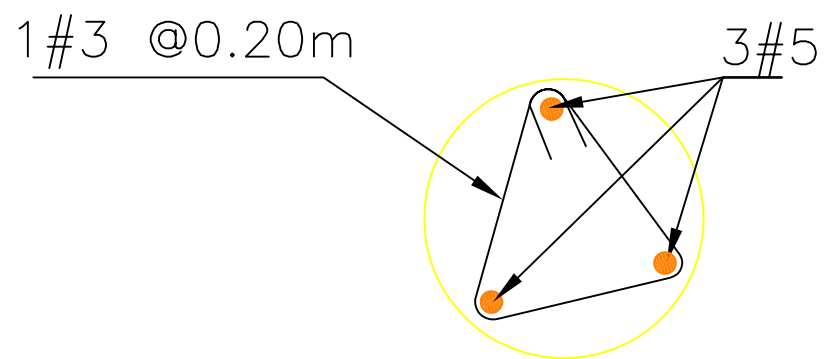
SECCION PILOTE PRE-EXCAVADO
sin escala



FILA 1
FILA 2
REFUERZO PILOTES
(Son 68)

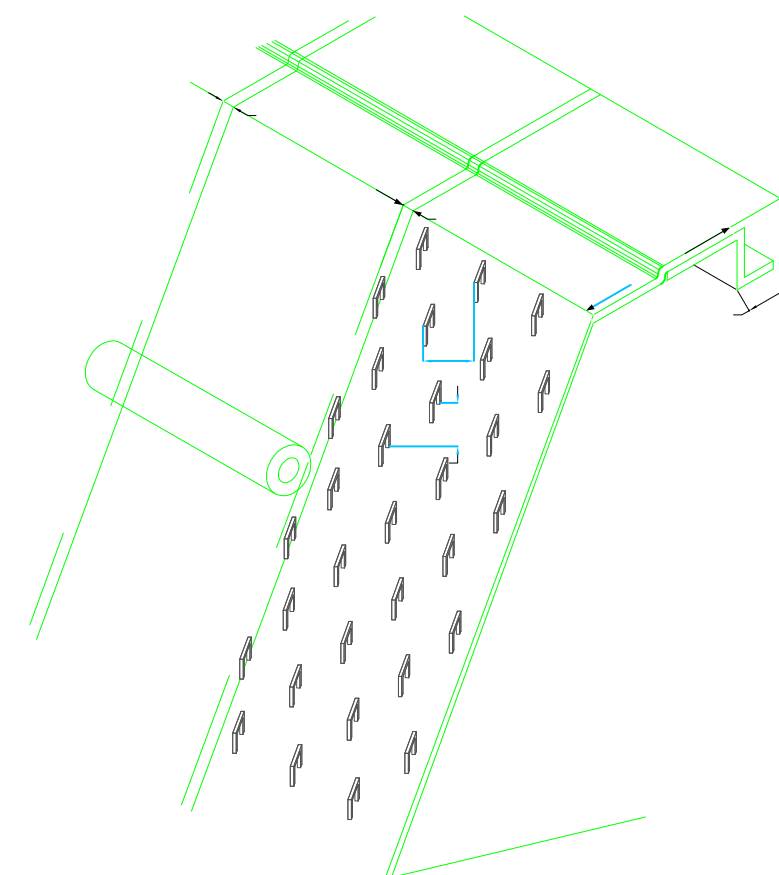
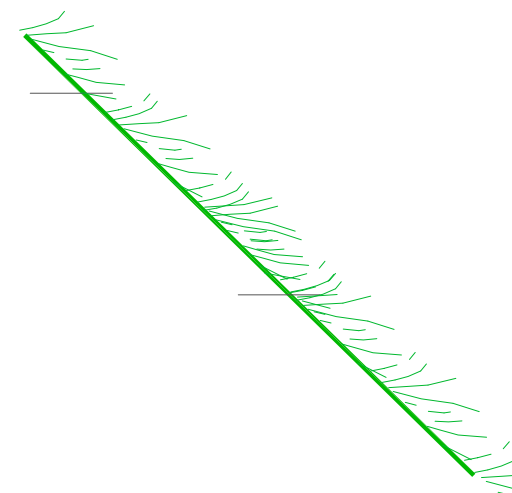


CORTE 1-1



CORTE 2-2

BIOMANTO
sin escala



PROYECTO
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y
DISEÑO DE OBRAS DE
ESTABILIZACIÓN DE PUNTOS
CRÍTICOS DEL CORREDOR VIAL
PANORAMA - LA CUMBRE

MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

GEOTECNICOS

OD. PROYECTO:
RE-GEO-OMPC-001

UBICACIÓN:
FLORIDABLANCA

CONVENCIONES

- PILOTES PRE-EXCAVADOS Ø0.30m
- PROTECCIÓN CON BIOMANTO
- MURO GAVIÓN H=4.00 m
- ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN
- ZANJAS DE CORONACIÓN
- DRENE DE 25 m

NOTAS

Las dimensiones están dadas en metros.

CALCULISTA

Ing. RENE ALEXANDER PINTO M.

V.B. REVISIÓN.

WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ
PROFESOR ASOCIADO UIS

FECHA

MODIFICACIONES

NOTAS
Este proyecto puede sufrir modificaciones y variaciones en sus medidas debido a ajustes pertinentes.

CONTIENE:

DETALLES
GENERALES

COLABORO:
FABIO ARMANDO NARANJO SALAZAR

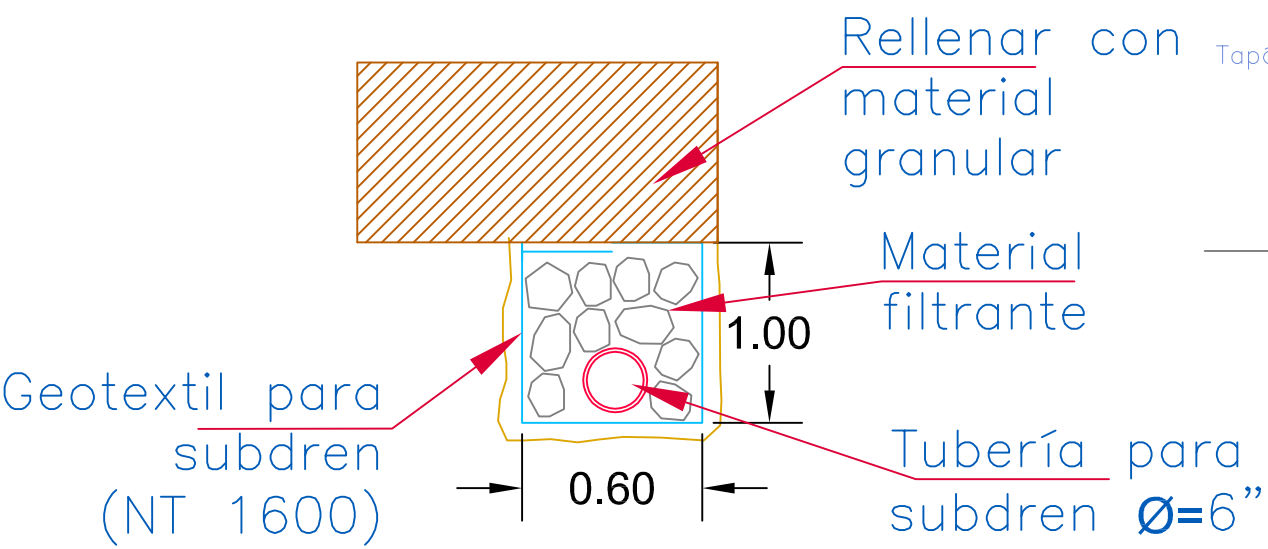
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2012

ESCALA:
INDICADA

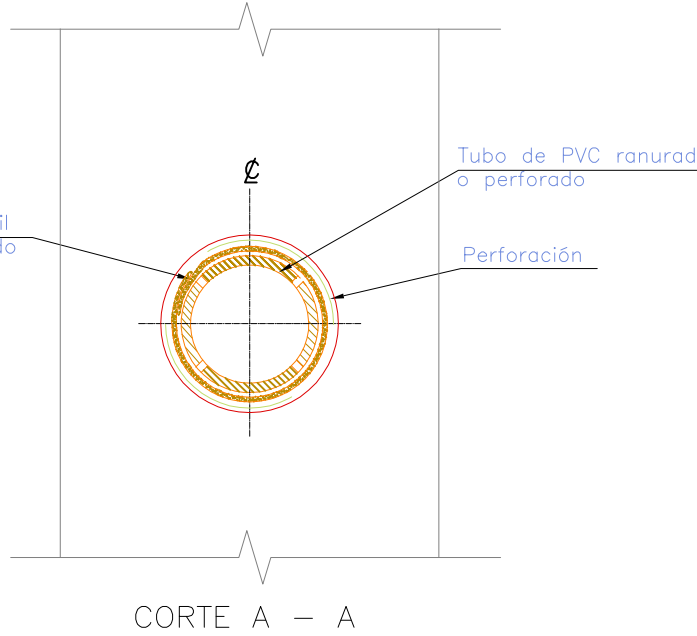
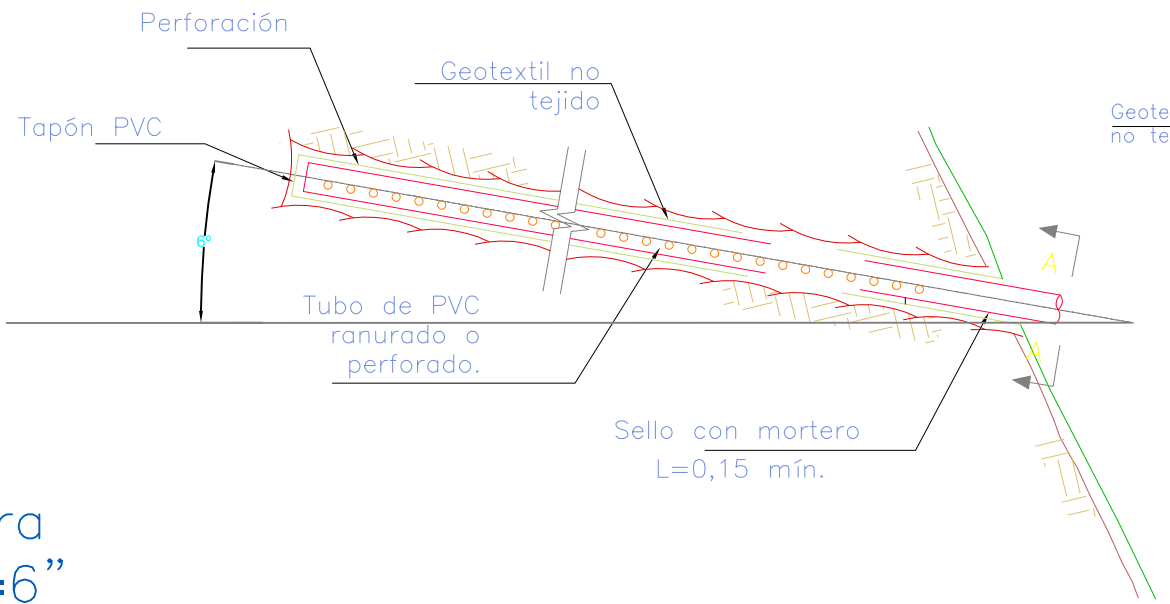
G

3

DETALLE SUBDREN
DE ZANJA
sin escala



DETALLE DRENES DE PENETRACION
sin escala

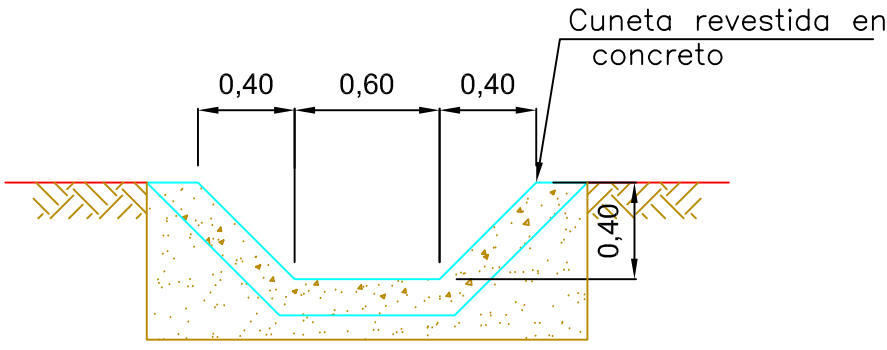


NOTAS Y ESPECIFICACIONES DRENES DE PENETRACION:

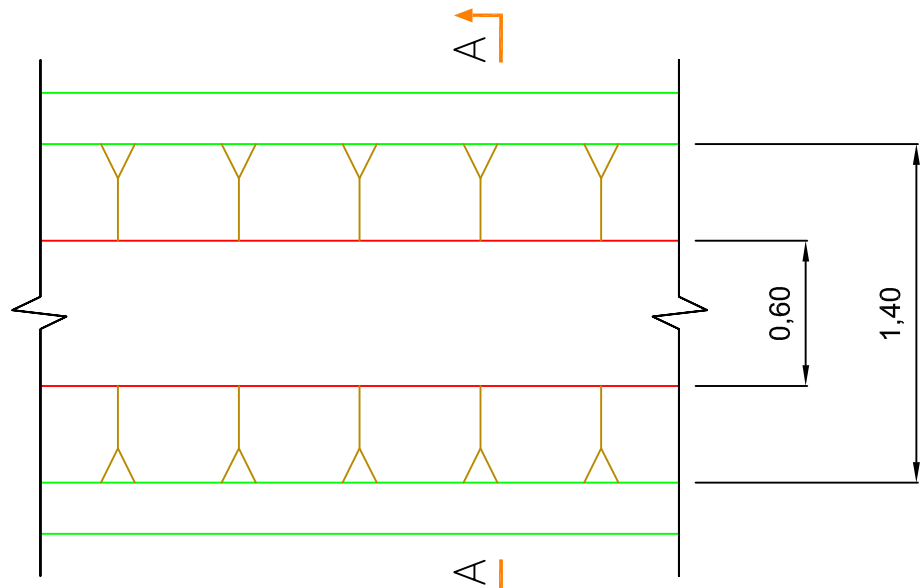
1. Inclínación de drenes de perforación transversal de 6° ascendente con salida al talud.
2. Para drenes de perforación transversal usar tubos de PVC ranurados y recubiertos con geotextil no tejido. Ranuras de 0.065-0.075m de diametro. La longitud mínima (L) de los drenes es de 25.0m
- 3.

NOTAS Y ESPECIFICACIONES SUBDREN DE ZANJA:

1. La dimensiones recomendadas para el subdren de zanja son: longitud L=90.0m, ancho de la zanja D=0.6m y profundidad de la zanja H=1.0m.
2. El material filtrante debe ser granular y debe cumplir la norma MOP 606-1 (2)
3. En el fondo de la zanja drenante se debe instalar una tubería perforada de PVC o similar y de diametro minimo 6 pulgadas.
4. La zanja debera ser cubierta por una capa de entre 1.20 a 1.50m de material compactado e impermeable
5. Se debe entregar la tubería del filtro a la entrada de la estructura de entrega propuesta.



CORTE A-A

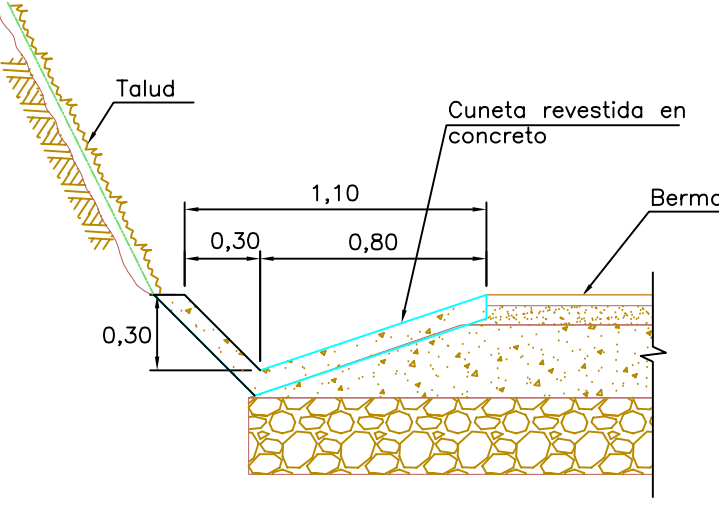
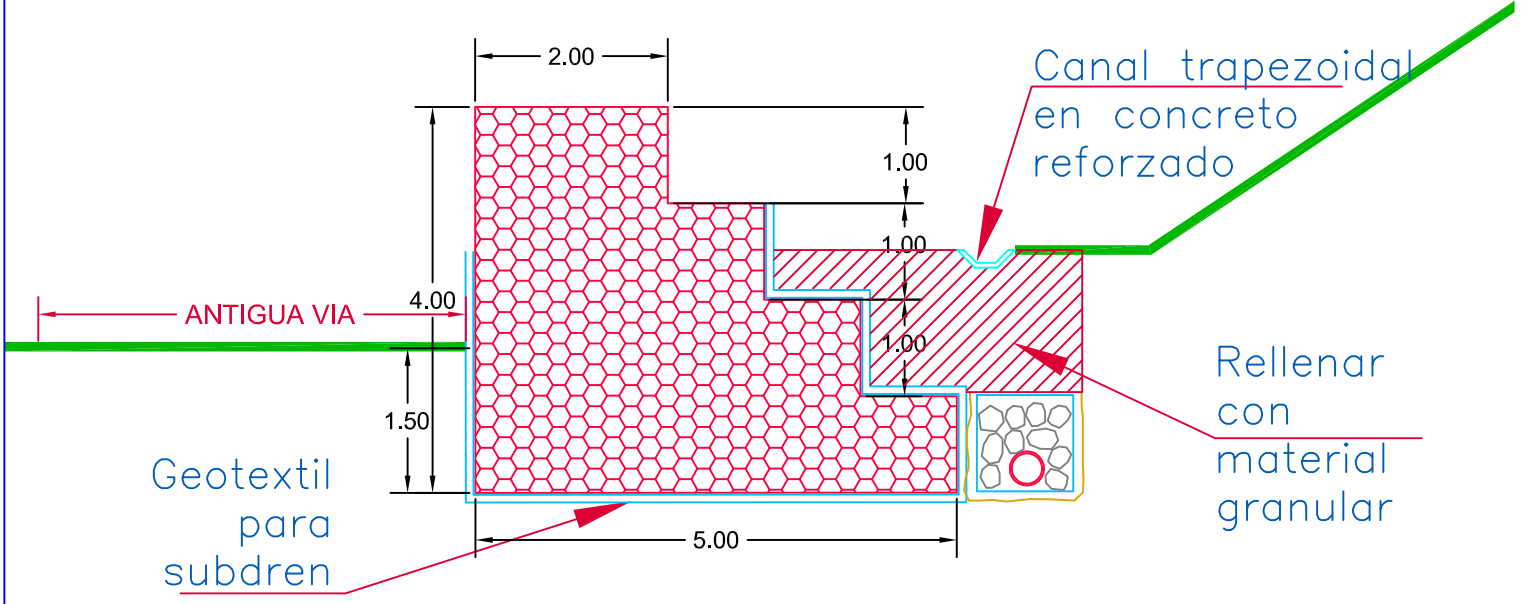


PLANTA

CANAL TRAPEZOIDAL EN CONCRETO TÍPICA

SIN ESCALA

DETALLE MURO DE CONTENCIÓN EN
GAVIONES H = 4.0 m
Escala 1:75



CUNETA TIPO VÍA
SIN ESCALA

Universidad Industrial de Santander

CONSTRUIMOS FUTURO

ESCUELA DE INGENIERIA Civil

PROYECTO

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DEL CORREDOR VIAL PANORAMA - LA CUMBRE

MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

GEOTECNICOS

COD.PROYECTO: RE-GEO-OMPC-001

UBICACION: FLORIDABLANCA

CONVENCIONES

PILOTES PRE-EXCAVADOS Ø0.30m

PROTECCIÓN CON BIOMANTO

MURO GAVIÓN H=4.00 m

ESTRUCTURA DE DISIPACION

ZANJAS DE CORONACION

DRENES DE 25 m

NOTAS

Las dimensiones estan dadas en metros.

CALCULISTA

Ing. RENE ALEXANDER PINTO M.

V.B. REVISION.

WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ
PROFESOR ASOCIADO UIS

FECHA	MODIFICACIONES

NOTAS

Este proyecto puede sufrir modificaciones y variaciones en sus medidas debido a ajustes pertinentes.

CONTIENE:

DETALLE GENERALES

COLABORO:

FABIO ARMANDO NARANJO SALAZAR

FECHA:

SEPTIEMBRE DE 2012

ESCALA:

INDICADA

G

4