

**ANALISIS GEOTÉCNICOS DE LOS PROCESOS DE INESTABILIDAD DE LOS
BARRIOS SAN LUIS, LA ESPERANZA Y LA FERIA EN EL CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO DE VELEZ**

HECTOR TORRES ORTIZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

**ANALISIS GEOTÉCNICOS DE LOS PROCESOS DE INESTABILIDAD DE LOS
BARRIOS SAN LUIS, LA ESPERANZA Y LA FERIA EN EL CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO DE VELEZ**

HECTOR TORRES ORTIZ

**Trabajo de grado modalidad profundización para optar al título de
Magíster en Geotecnia**

Director
WILFREDO DELTORO RODRIGUEZ
Ingeniero Civil, M, Sc.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA

2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida, salud y los conocimientos necesarios para alcanzar este logro. A mi familia, por todos estos años de esfuerzo, ejemplo de rectitud y fortaleza, por mostrarme el camino correcto. A mi director de proyecto, profesor Wilfredo del Toro, por darme la oportunidad de aprender de él como persona y profesional, por su buena labor como orientador de este trabajo. A María Isabel Martínez, por enseñarme a luchar por las cosas que se desean, y por acompañarme, en los momentos de dificultad y alegría. A mis compañeros de trabajo del grupo de investigación Geomática, por hacerme sentir parte de una familia, por su compromiso y empeño en cada proyecto; y muy especialmente al profesor Hernán Porras, por permitirme formarme y dar mis primeros pasos en mi vida laboral, y finalmente, a cada una de las personas que directa o indirectamente participara en la ejecución de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2. ASPECTOS GENERALES.....	17
2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	17
2.2 METODOLOGIA.....	20
2.2.1 Recopilación y revisión de información existente.	21
2.2.2 Estudio geológico.....	21
2.2.3 Estudio hidrológico e hidrogeológico.....	22
2.2.4 Estudio geotécnico.....	22
2.2.5 Zonificación geotécnico.....	25
3. GEOLOGIA.....	26
3.1 ESTRATIGRAFÍA.....	26
3.1.1 Formación Paja.....	26
3.1.2 Depósitos Coluviales.....	29
3.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	31
3.3 ANALISIS PETROGRAFICO.....	32
4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	35
4.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO	35
4.1.1 Temperatura.	35

4.1.2	Evaporación.....	36
4.1.3	Humedad relativa.....	38
4.1.4	Brillo solar.....	38
4.1.5	Precipitación.....	40
4.1.6	Evapotranspiración.....	42
4.2	ANÁLISIS DE AGUAS SUBTERRANEAS.....	44
5.	ANÁLISIS SISMICO.....	47
5.1	MARCO TECTÓNICO GENERAL.....	51
5.1.1	Falla de Bucaramanga – Santa Marta.....	51
5.1.2	Falla del Suárez.....	51
5.1.3	Falla La Salina.....	52
5.2	REQUERIMIENTOS AMENAZA SÍSMICA NSR-10.....	52
5.2.1	Zona de amenaza sísmica (Numeral A.2.3 - NSR-10).....	52
5.2.2	Valores de Aa y Av (Numeral A.2.3 - NSR-10).....	53
5.2.3	Efectos locales (Numeral A.2.4 NSR-10).....	54
5.2.4	Criterios del espectro de diseño (Numeral A.2.6 NSR-10).....	54
6.	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	56
6.1	EXPLORACIÓN Y ANÁLISIS GEOTECNICO.....	56
6.1.1	Exploración por métodos indirectos.....	56
6.1.2	Exploración por métodos directos.....	64
6.1.3	Ensayos de laboratorio:.....	69
6.1.4	Clasificación geomecánica:.....	76
6.2	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	79
6.2.1	Zona geotécnica SS1:.....	80
6.2.2	Zona geotécnica SS2.....	84
6.2.3	Zona geotécnica R1.....	87

6.2.4	Zona geotécnica R2.....	89
6.2.5	Zona geotécnica RS.....	92
6.2.6	Zona geotécnica RS1.....	94
6.2.7	Zona geotécnica RS2.....	96
6.2.8	Zona geotécnica AL.....	98
6.2.9	Zona geotécnica SQ1.....	100
7.	PROBABILIDAD DE FALLA.....	103
7.1	MODELAMIENTO GEOTECNICO.....	106
7.1.1	Sector Barrio San Luis frente a la Cárcel.....	108
7.1.2	Sector Barrio San Luis costado sur quebrada Las Flores.....	118
7.1.3	Sector Barrio la Esperanza.....	125
7.2	ZONIFICACION POR AMENAZA GEOTECNICA.....	132
7.2.1	Zonas de amenaza baja y muy baja.....	137
7.2.2	Zonas de amenaza media.....	137
7.2.3	Zonas de amenaza alta.....	137
7.2.4	Zonas de amenaza muy alta.....	138
8.	MEDIDAS DE MITIGACION.....	141
8.1	OBRAS DE CONTROL DE HUMEDAD.....	141
8.1.1	DRENES.....	141
8.1.2	ESTRUCTURAS HIDRAULICAS.....	143
8.2	ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.....	145
8.2.1	MURO CIMENTADOS EN PILOTES.....	145
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	148
	BIBLIOGRAFIA.....	150

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de evapotranspiración.....	43
Tabla 2. Resultados obtenidos mediante la prueba SLUG Test.....	46
Tabla 3. Registro sísmico con magnitud mayor a 3 y epicentro en el municipio de Vélez	51
Tabla 4. Localización de sondeos.....	66
Tabla 5. Localización de apiques.....	68
Tabla 6. Normas para la realización de ensayos de laboratorio.....	69
Tabla 7. Resumen de ensayos de caracterización sondeos	70
Tabla 8. Resultados ensayos de Corte Directo.....	73
Tabla 9. Resultados ensayos de presión de expansión.....	74
Tabla 10. Resultados ensayos compresión simple.....	75
Tabla 11. Perfil típico de zona geotécnica SS1.....	81
Tabla 12. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica SS1.....	83
Tabla 13. Perfil típico de zona geotécnica SS2.....	85
Tabla 14. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica SS2.....	86
Tabla 15. Perfil típico de zona geotécnica R1.....	88
Tabla 16. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica R1.....	88
Tabla 17. Perfil típico de zona geotécnica R2.....	90
Tabla 18. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica 2R.....	90
Tabla 19. Perfil típico de zona geotécnica RS.....	93
Tabla 20. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica RS.....	93
Tabla 21. Perfil típico de zona geotécnica RS1.....	95
Tabla 22. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica RS1.....	96
Tabla 23. Perfil típico de zona geotécnica RS2.....	97
Tabla 24. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica RS2.....	97
Tabla 25. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica 1SQ.....	100
Tabla 26. Relación entre probabilidad numérica y cualitativa para la evaluación de probabilidad de falla.....	104
Tabla 27. Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas.....	105
Tabla 28. Relación entre deformación probable y probabilidad de falla cualitativa.....	106

Tabla 29. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa, sector aledaño a la cárcel en el barrio San Luis.	114
Tabla 30. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa con obras de mitigación, sector aledaño a la cárcel en el barrio San Luis.	118
Tabla 31. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa, costado sur de quebradas las Flores en el barrio San Luis.	122
Tabla 32. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa con obras de mitigación, costados sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.	124
Tabla 33. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa, barrió la Esperanza.	129
Tabla 34. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa con obras de mitigación, barrio la Esperanza.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general municipio de Vélez.....	17
Figura 2. Imagen UAV del casco urbano de Vélez.....	18
Figura 3. Localización del proyecto en estudio.	19
Figura 4. Diagrama de flujo metodología de zonificación geotécnica.....	20
Figura 4. Equipos de exploración geotécnica.....	23
Figura 5. Limolitas grises, laminadas y fisibles.	27
Figura 7. Limolitas negra carbonata con fisilidad.	28
Figura 8. Afloramiento y detalle lutita negra con diaclasamiento sub-vertical.....	28
Figura 9. Afloramiento de Limolitas negra calcárea con nódulos de 10 cm.....	29
Figura 10. Depósitos coluviales.	30
Figura 11. Geología del municipio de Vélez, estructura regional.....	30
Figura 12. Fotomicrografía tomada en nicoles cruzados con objetivo de 5X. Aspecto textural del shale carbonáceo moscovítico. Se observan láminas de materia orgánica intercrecido con hojas discontinuas de micas, principalmente moscovita.	33
Figura 13. Fotomicrografía tomada en nicoles cruzados con objetivo de 10X. Se observan láminas gruesas de carbonatos silicificados y cloritizados con efectos de compresión.....	34
Figura 14. Valores Mensuales temperatura estación la Granja Vélez.	35
Figura 15. Valores anuales medios de temperatura estación la Granja Vélez.....	36
Figura 16. Valores anuales medios de evaporación, estación la Granja Vélez.	37
Figura 17. Valores medios mensuales de evaporación, estación la Granja Vélez.....	37
Figura 18. Valores anuales media humedad relativa, estación la Granja Vélez.	38
Figura 19. Valores medios mensuales de humedad relativa, estación la Granja Vélez... ..	38
Figura 20. Valores multianuales medios mensuales de brillo solar, estación la Granja Vélez.	39
Figura 21. Valores medios mensuales de brillo solar, estación la Granja Vélez.	39
Figura 22. Valores multianuales de precipitación, estación la Granja Vélez.....	41
Figura 23. Valores medios mensuales de precipitación, estación la Granja Vélez.	41

Figura 24. Valores anuales máximo de precipitación en 24 horas.	42
Figura 25. Análisis de Precipitación vs evaporación.	43
Figura 26. Piezómetros para el monitoreo de aguas subterráneas.	45
Figura 27. Datos de campo tomados con el Diver y Baro Diver.	45
Figura 28. Sismicidad historia de los sectores aledaños al departamento de Santander.	48
Figura 29. Zonas de amenaza sísmica en el departamento de Santander, epicentros sísmicos registrados por la Red Sismológica Nacional (junio de 1993 a marzo de 1997).	49
Figura 30. Sismos presentados en el área cercana al Municipio con diferentes intensidades y profundidades.	50
Figura 31. Zonas de amenaza sísmica de Colombia	53
Figura 32. Espectro elástico de aceleraciones de diseño con fracción de g.....	55
Figura 33. Localización levantamientos topográficos.	58
Figura 34. Imagen de resistividad tomografía 1.	59
Figura 35. Tomografía 2	60
Figura 36. Imagen de resistividad tomografía 3.	60
Figura 37. Imagen de resistividad tomografía 4.	61
Figura 38. Imagen de resistividad Tomografía 9.	62
Figura 39. Imagen de resistividad tomografía 6.	62
Figura 40. Imagen de resistividad tomografía 7.	63
Figura 41. Imagen de resistividad tomografía 23	63
Figura 42. Tomografía 9.	64
Figura 43. Vista general de sondeos.....	66
Figura 44. Vista general de muestras obtenidas en sondeos.....	67
Figura 45. Vista general de apiques.....	68
Figura 46. Histograma de humedad.....	71
Figura 47. Carta de plasticidad.	72
Figura 48. Vista general de ensayos de presión de expansión	74
Figura 49. Vista general de los ensayos de compresión simple.....	75
Figura 50. Índice de resistencia geológica GSI, para macizos rocosos fracturados (Hoek y Marinos, 2000).....	78
Figura 51. Perfil geotécnico promedio, obtenido de la base geotécnica. Zona geotécnica SS2.....	86
Figura 52. Sectorización geotécnica en el municipio de Vélez.	102

Figura 53. Vista general de sectores aledaños al Barrio San Luis.	108
Figura 54. Análisis estático falla circular, sector de San Luis.	110
Figura 55. Análisis dinámico falla circular, aceración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.....	110
Figura 56. Análisis estático falla no circular, sector de San Luis.	111
Figura 57. Análisis dinámico falla no circular, aceración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.....	111
Figura 58. Análisis esfuerzo deformación, sector la Cárcel barrio San Luis	113
Figura 59. Análisis estático falla circular, con obras de mitigación, sector de San Luis.	115
Figura 60. Análisis dinámico falla circular, con obras de mitigación, aceración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.	115
Figura 61. Análisis estático falla no circular, con obras de mitigación, sector de San Luis.	116
Figura 62. Análisis dinámico falla no circular, con obras de mitigación, aceración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.	116
Figura 63. Análisis esfuerzo deformación con obras de mitigación, sector la Cárcel barrio San Luis.	117
Figura 64. Vista general de sectores aledaños al Barrio San Luis.	119
Figura 65. Análisis estático falla circular, sector sur quebrada las Flores barrio San Luis	120
Figura 66. Análisis dinámico falla circular, sector sur quebrada las Flores barrio San Luis. Aceración sísmica de 0.15g.....	121
Figura 67. Análisis esfuerzo deformación, sector sur quebrada las Flores barrio San Luis.	122
Figura 68. Análisis estático falla circular, con obras de mitigación, costado sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.....	123
Figura 69. Análisis dinámico falla circular, con obras de mitigación, aceración sísmica de 0.15g, costado sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.	123
Figura 70. Análisis esfuerzo deformación con obras de mitigación, costado sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.....	124
Figura 71. Pozos existentes en el barrio Esperanza.	125
Figura 72. Vista general de problemas en el Barrio Esperanza.....	127
Figura 73. Análisis estático falla circular, barrio la Esperanza.....	127

Figura 74. Análisis dinámico falla circular, barrio la Esperanza. Aceración sísmica de 0.15g.	128
Figura 75. Análisis esfuerzo deformación, Barrio la Esperanza.	129
Figura 76. Análisis estático falla circular, con obras de mitigación, barrio Esperanza. ..	130
Figura 77. Análisis dinámico falla circular, con obras de mitigación, aceración sísmica de 0.15g, barrio Esperanza.....	130
Figura 78. Análisis esfuerzo deformación con obras de mitigación, barrio la Esperanza	131
Figura 79. Zonificación por factor de seguridad o probabilidad de falla cualitativa.	133
Figura 80. Zonificación por deformación probable, probabilidad de falla cualitativa.	134
Figura 81. Zonificación por factor de seguridad o probabilidad de falla cualitativa, con obras de mitigación.....	135
Figura 82. Zonificación por deformación probable, probabilidad de falla cualitativa, con obras de mitigación.....	136
Figura 83. Zonificación por probabilidad de falla geotecnica.....	139
Figura 84. Zonificación por probabilidad de falla geotécnica, con obras de mitigación..	140
Figura 85. Cimentación tipo dren para alcantarillado pluvial sobre carreras.....	142
Figura 86. Sección de filtro propuesto.....	143
Figura 87. Estructura hidráulica propuesta.....	144
Figura 88. Canal propuesto en suelo cemento.....	145
Figura 89. Vista general de muro sobre pilotes.	146
Figura 90. Vista genera de cimentación de muro sobre pilotes.	147

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. PERFIL ESTRATIGRAFICOS.....	152
ANEXO B. RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	173
ANEXO C. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LOS APIQUES	238
ANEXO D. PLANOS.....	283
ANEXO E. PLANOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN.	284

RESUMEN

TITULO:

ANÁLISIS GEOTÉCNICOS DE LOS PROCESOS DE INESTABILIDAD DE LOS BARRIOS SAN LUIS, LA ESPERANZA Y LA FERIA EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VELEZ*

AUTOR:

HECTOR TORRES ORTIZ **

PALABRAS CLAVES:

Inestabilidad, Análisis Geotécnico, Amenaza, Probabilidad de Falla, Deformación.

DESCRIPCION

La investigación geotécnica de los procesos de inestabilidad conlleva al análisis de variables que intervienen en la generación y propagación de movimientos. Los barrios La Feria, La Esperanza y San Luis del área urbana del municipio de Vélez, departamento de Santander, en general, la zona en estudio presenta movimientos en masa lentos (reptación) y flujos de detritos y de suelo, debido a que la población fue construida sobre rocas arcillosas blanda, formaciones geológicas susceptibles al cambio de humedad y estar en una zona con altos niveles de precipitación.

Para la realización del análisis geotécnico se incluye recopilación de información de la zona como: topográfica, geológica, geomorfológica, hidrogeológica, entre otros, apoyados con visitas de inspección local. Con base en la recopilación de la información y de resultados de las exploraciones geotécnicas de campo y laboratorio, se establecieron zonas geotécnicas homogéneas. En general, estas zonas se definieron teniendo en cuenta los tipos de suelos superficiales, el espesor de los suelos residuales, la profundidad de la roca y muy especialmente los niveles freáticos.

Se realiza análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite (SLIDE 6.0) y elementos finitos (PLAXIS 2D). En la zonificación de amenaza geotécnica se integran la probabilidad de falla por deslizamiento y los efectos de las deformaciones probables, mediante un valor de falla cualitativo. Los análisis de estabilidad dan como resultado la susceptibilidad de los materiales a cambio de humedad, los cuales pierden resistencia al humectarse y facilitan los desplazamientos del terreno. Finalmente, se establecen obras de mitigación y se verifica su funcionamiento mediante modelamientos; las obras propuestas consisten en la construcción de estructuras de drenaje principalmente y algunas obras de contención.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Wilfredo Del Toro Rodríguez, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE:

GEOTECHNICAL ANALYSIS OF THE PROCESSES OF INSTABILITY OF NEIGHBORHOODS SAN LUIS, LA ESPERANZA AND LA FERIA IN THE URBAN MUNICIPALITY OF VELEZ^{*}

AUTHOR:

HECTOR TORRES ORTIZ^{**}

KEYWORDS:

Instability, Geotechnical Analysis, Threat, Probability of Failure, Deformation.

DESCRIPTION

The geotechnical investigation of the processes of instability leads to the analysis of variables involved in the generation and propagation of movements. Neighborhoods La Feria, La Esperanza and San Luis the urban area of the municipality of Velez, Santander department, in general, the area study presents slow mass movements (creep) and debris flows and soil, because the population It was built on soft clay rocks, geological formations susceptible to moisture change and be in an area with high levels of precipitation.

To carry out the geotechnical analysis of area information is compiled: topographical, geological, geomorphological, hydrogeological, among others, supported by local inspection visits. Based on gathering information and results of geotechnical laboratory and field explorations, geotechnical homogenous areas were established. In general, these areas were defined taking into account the types of surface soils, the thickness of residual soil, the depth of the rock and especially groundwater levels.

Stability analysis is performed by the method of limit equilibrium (SLIDE 6.0) and finite element (PLAXIS 2D). The threat geotechnical zoning takes into account the probability of failure by sliding and the effects of probable deformations through a qualitative value fails. The stability analysis result of the materials susceptibility to humidity change, which lose strength upon wetting and facilitate the movements of the ground. Finally, mitigation works are established and functioning is verified by modelamientos; the proposed works involve the construction of drainage structures and some works mainly containment.

^{*} Degree Thesis.

^{**} Physical-Mechanical Engineering Faculty. Civil Engineering. Director: Wilfredo Del Toro Rodríguez, Ingeniero Civil.

INTRODUCCIÓN

Esta propuesta de investigación hace parte del proyecto que: “Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del municipio de Vélez, departamento de Santander”, el cual es resultado del fallo (expediente rad. 2009-0096-00) emitido por el Juzgado Administrativo de descongestión del circuito judicial del San Gil, como resultado a una acción popular presentada por los habitantes del municipio. El municipio de Vélez, el Departamento de Santander y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, suscribe un convenio interadministrativo con la Universidad Industrial de Santander a cargo del Grupo de investigación Gestión y Optimización de Sistemas (Geomática), adscrito a la Escuela de Ingeniería Civil.

El municipio de Vélez se ha visto afectado por problemas de inestabilidad en el casco urbano y sus alrededores, en específico los barrios La Feria, La Esperanza y San Luis, motivo por el cual se han realizado reportes técnicos en los que se concluye que la zona en general, presenta movimientos en masa lentos (reptación) y flujos de detritos y de suelo, debido a que la población fue construida sobre rocas arcillosas blandas que al humectarse, pierden resistencia, facilitando el desplazamiento del terreno. En la cabecera del Municipio de Vélez se observan rocas pertenecientes a la formación Paja, la cual está compuesta por paquetes delgados de lutitas y arcillolitas grises oscuras, amarillentas, de grano fino, las cuales desarrollan un suelo limo arcilloso de color amarillento bastante meteorizadas superficialmente.

En este estudio se presenta un análisis general de los procesos de inestabilidad, para los barrios La Feria, La Esperanza y San Luis, la problemática presente y análisis de obras de mitigación, basado en los análisis de las demás disciplinas realizadas por el equipo de trabajo, como geología, hidrología, etc. Para lo que fue necesaria la realización de visitas de campo, exploración geotécnica, ensayos de laboratorio, análisis de la información, modelamiento geotécnico con y sin obras de mitigación.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los aspectos geotécnicos que influyen en los procesos de inestabilidad de los barrios San Luis, La Esperanza y La Feria en el Casco Urbano del Municipio de Vélez.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilación de información topográfica, hidrogeológica, geológica y estudios técnicos previos de la zona en estudio.
- Caracterización geotécnica mediante la ejecución de exploración empleando métodos directos e indirectos y ensayos de laboratorio y elaboración de modelo geotécnico.
- Analizar la estabilidad de los sectores en estudio mediante modelamiento geotécnico bajo condiciones críticas y con obras de mitigación.
- Evaluación de la susceptibilidad geotécnica y su incidencia en la amenaza por procesos de remoción en masa en el área de influencia del estudio.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Vélez está localizado entre las coordenadas planas: $x = 1'147.000 \text{ m.N} - x = 1'217.000 \text{ m.N}$ y las coordenadas $y = 1'030.000 \text{ m.E} - y = 1'055.000 \text{ m.E}$, con su cabecera municipal ubicada geográficamente a $6^{\circ}01'$ latitud norte y $73^{\circ}41'$ longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich, limitando territorialmente con Puerto Parra y Simacota, sobre el sector norte, Santa Helena del Opón, La Paz, Chipatá y Güepsa hacia el costado oriental, al suroccidente con el municipio de Barbosa y al suroriente con el municipio de Guavatá, y sobre el costado occidental con los municipios de Bolívar y Landázuri. El municipio se encuentra al suroccidente del departamento de Santander, a 231 Kilómetros de Bucaramanga; se llega por la vía principal Bucaramanga-Barbosa, apartando desde esta última población por una vía de segundo orden que conduce al municipio de Vélez. La extensión urbana de 11.097 Km², se ubica en la planchas 170-II-A (escala 1:25.000) del IGAC. El casco urbano presenta una altura promedio de 2.050 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y una temperatura de 17°C.

Figura 1. Localización general municipio de Vélez.



Figura 2. Imagen UAV del casco urbano de Vélez.



Fuente: Grupo de investigación Geomática - UIS

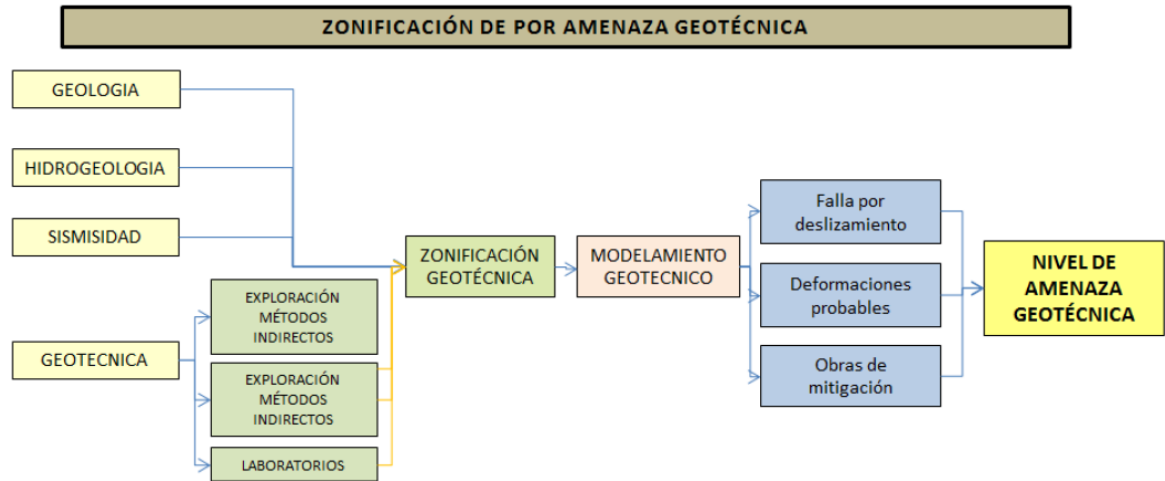
Los barrios La Feria, La Esperanza y San Luis se encuentran en la parte norte del casco municipal de Vélez. Estos barrios se encuentran afectados por los agrietamientos y se localizan al nororiente de la población, cerca de la vía que comunica a Vélez con Chipatá (coordenadas X:1.157.130 Y:1.044.954).

Figura 3. Localización del proyecto en estudio.



2.2 METODOLOGIA

Figura 4. Diagrama de flujo metodología de zonificación geotécnica.



Para el desarrollo de esta investigación se programaron fases de trabajo, entre las que se incluyen la documentación preliminar, los estudios locales, visitas de campo, exploración de campo, ensayos de laboratorio, análisis y procesamiento de la información, con los cuales se accede a la zonificación geotécnica.

Se realizó un análisis y levantamiento de aspectos geoambientales que deben conducir a una cartografía, que nos permita conocer los factores detonantes de los fenómenos de remoción en masa, incluyendo la geología, hidrología de la zona, hidrogeología, la morfodinámica de los procesos existentes, la caracterización de los tipos de suelo, la presencia de diaclasamientos y movimientos anteriores, etc.

2.2.1 Recopilación y revisión de información existente. Esta fase consta de la recopilación de información y antecedentes de la zona de estudio, con relación a las evidencias de amenazas geológicas, mediante revisión bibliográfica, fotografías aéreas multitemporales, mapas, cartas geológicas, estudios, diseños y caracterizaciones anteriores, entre otras fuentes de información. Esta fase corresponde a una etapa de trabajo en oficina, donde la información recopilada es posteriormente revisada y complementada mediante los diferentes trabajos en terreno. Las principales fuentes a considerar son las reportadas por el Ingeominas (actual Servicio Geológico Colombiano), IDEAM, INVIAS, estudios de la administración local, del Departamento de Santander y de la Corporación Autónoma de Santander – CAS.

Los principales puntos a considerar son la definición de la escala del trabajo, la identificación, descripción y evolución de procesos de movimientos en masa, el reconocimiento de los factores detonantes en procesos antiguos y recientes en la zona de estudio.

2.2.2 Estudio geológico. Como alcance de esta etapa se planteó, la construcción, actualización o precisión de los mapas geológicos (de unidades litológicas y geología estructural local), de formaciones superficiales (regolitos o suelos residuales, depósitos del Cuaternario y unidades de basamento rocoso).

El levantamiento geológico consta de la delimitación las unidades de suelo y roca que es posible identificar en la zona. Así, la geología de roca incluye la descripción litológica de las unidades y su distribución espacial, la geología estructural (presencia de fallas, pliegues, estratificación) y la identificación de estructuras, formaciones, la descripción de zonas y grado de meteorización y de alteración de la roca.

2.2.3 Estudio hidrológico e hidrogeológico. El estudio hidrológico en terreno se centrará principalmente en la identificación de los cauces y quebradas existentes. Asociado a esto, se incluye la determinación de cambios bruscos de pendientes de ejes hidráulicos que influirían en la energía de eventuales flujos.

Las descripciones hidrogeológicas deben centrarse en la ubicación de afloramientos de agua y vertientes que permitan obtener referencias en cuanto a la posición en profundidad del nivel freático y sus variaciones con la geología y la topografía.

2.2.4 Estudio geotécnico. Soportados en los resultados de los estudios geológicos y geomorfológicos y mediante las visitas de inspección en campo, se construirá una zonificación geotécnica preliminar, que permitirá planificar la prospección geotécnica por cada unidad o sector homogéneo.

2.2.4.1 Exploración geotécnica. La investigación geotécnica se realizó con base en un trabajo de campo que permitió caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados y en aquellas zonas donde se consideró importante caracterizar las condiciones geotécnicas de acuerdo a las recomendaciones del estudio geológico y geomorfológico; de acuerdo con cada caso particular se definió el alcance de la exploración.

La investigación geotécnica involucra una exploración directa por sectores o zonas homogéneas mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc., e indirecta mediante sondeos geofísicos, geoeléctricos, tomografías, etc. Los sectores donde se realizaron los ensayos son de fácil acceso, de tal forma que permitan el transporte de equipos y muestras, y corresponden a zonas representativas de las unidades que se requiere caracterizar, ya que no siempre se podrá acceder a aquellas en donde se presenten zonas críticas.

Figura 5. Equipos de exploración geotécnica



Equipo para sondeos a rotoperCUSión



Equipo de Tomografía Geoelectrica
SuperSting R8/IP/SP WiFi

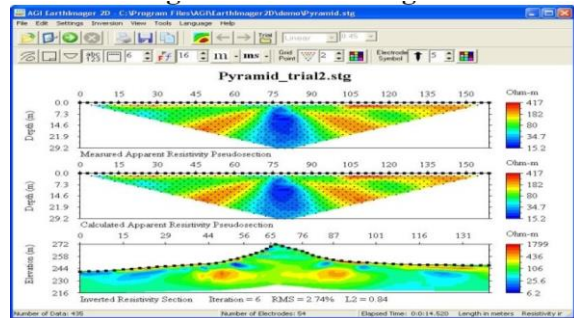


Imagen Tomografía 2D.

2.2.4.2 Ensayos de laboratorio. La caracterización en laboratorio se enfoca en la obtención de parámetros geotécnicos y geomecánicos de suelo y roca de manera cuantitativa. Principalmente se pretende obtener aquellos parámetros que son necesarios para los posteriores análisis computacionales y estadísticos (propiedades índices y mecánicas).

Para el caso de los parámetros geotécnicos se realizan ensayos en suelo de granulometría, límites de Atterberg y humedad. Se pueden realizar además, sin ser estrictamente necesario, la determinación de permeabilidad, de peso específico y de densidad del suelo.

En cuanto a los parámetros geomecánicos, los ensayos buscan la obtención principalmente de los valores de cohesión, del ángulo de fricción interna y las resistencias máximas tanto de suelo como de roca. Los ensayos que pueden realizarse en suelo corresponden, principalmente a corte directo y compresión simple. En tanto, para roca, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión simple y caracterización de las discontinuidades.

2.2.4.3 Modelamiento geotécnico. Mediante el modelamiento geotécnico se busca la probabilidad de falla para cada una de las unidades geomorfológicas y geotécnicas, mediante la implementación de diversas herramientas numéricas y computacionales. En esta etapa se usaron los resultados numéricos de los ensayos de laboratorio, así como las propiedades de los materiales de las diferentes capas y demás datos identificados en las exploraciones.

Para esta etapa se requiere la geometría de la unidad geomorfológica en estudio y las propiedades geotécnicas, bases para la aplicación de la mayoría de los softwares utilizados. Los movimientos locales existentes de remoción en masa también se someten a estos análisis, especialmente en aquellas zonas donde sea posible observar en terreno la existencia de estos eventos; en este último caso la geometría de la ladera corresponde a aquella donde se observó la remoción del material.

La evaluación de la probabilidad de falla incluye métodos probabilísticos los cuales deben modelarse bajo un escenario que considere tanto las condiciones de saturación del material, como las aceleraciones sísmicas correspondientes. En estas condiciones se proponen los siguientes casos para la realización de los análisis: material saturado, y condición existente al momento de la exploración geotécnica; combinado con la opción de considerar o no un sismo, definido éste, mediante su aceleración horizontal y vertical si se estima necesario en un modelo de análisis pseudoestático.

Dependiendo de las condiciones de la zona en estudio, la opción que debe escogerse, corresponderá a aquella que más favorezca el movimiento; mientras más parámetros se conozcan de la zona en estudio, por ejemplo, la profundidad del nivel freático y/o las aceleraciones de respuesta sísmica, más fiables serán los resultados. Además, las opciones probabilísticas que presentan los software a utilizar permiten introducir variabilidad de parámetros geomecánicos, para la observación de diferentes escenarios.

Si bien, la probabilidad de falla obtenida, es en la mayoría de los casos un valor numérico, ésta se llevará a una probabilidad cualitativa, ya que no todos los resultados serán numéricos y se deben tener probabilidades comparables entre sí, de manera que al evaluar la amenaza geológica de movimientos en masa, los tipos de eventos analizados sean también comparables.

2.2.5 Zonificación geotécnica. La zonificación geotécnica consiste en la delimitación de materiales homogéneos que presenten un comportamiento geomecánico relativamente similar y permitan presentar sectores de estabilidad y deformabilidad con el mismo comportamiento. Para esto se toma como base la sectorización geológica, la profundidad de niveles freáticos y la exploración geotécnica.

Con los resultados de los modelos geotécnicos de factores de seguridad, esfuerzo deformación y su respectiva valoración cualitativa de probabilidad se realizara un mapa de probabilidad de falla geotécnica para los barrios San Luis, La Feria y La Esperanza.

3. GEOLOGIA

3.1 ESTRATIGRAFÍA

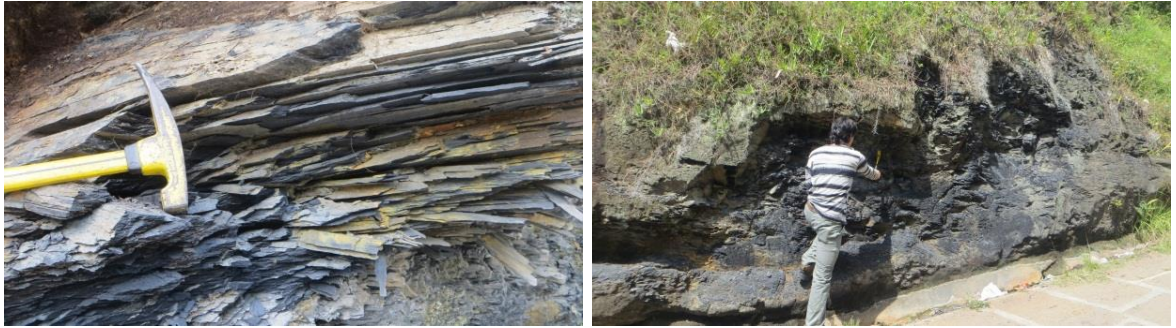
La zona de estudio se encuentra localizada dentro de una secuencia sedimentaria que corresponde a la formación Paja y a la formación Tablazo, las cuales se extienden desde el Cretácico inferior al Cretácico medio. La nomenclatura estratigráfica utilizada, ha sido la utilizada en las áreas de Santander-Arcabuco¹.

3.1.1 Formación Paja. Compuesto por limolitas y arcillolitas de color negro y gris, que se caracteriza por tener una fisilidad muy alta y en algunos sectores afloran muy fracturadas por efecto del marcado diaclasamiento sub-vertical, rompiéndose a favor de tales planos sedimentarios, originando fragmentos tabulares de hasta 15 cm de largo, de 1.5 cm de ancho y con el alto definido por el espaciado del set de láminas. Estas estructuras pajizas se originan por la meteorización mecánica, principalmente en las limolitas, al estar expuestas en superficie (en taludes de corte, por ejemplo) y por efecto de las expansiones y contracciones de la fracción arcillosa en ellas contenidas; las variaciones volumétricas y las consecuentes microdeformaciones se asocian a los cambios de humedad por las estacionales (invierno-humectación y verano-deseccamiento), que facilitan a su vez procesos de meteorización, química, erosivos y de remoción en masa (dominantemente microdesprendimientos o deslizamientos planares)².

¹ PORRAS LARROTA, Leonel Ivan y VIENA CASTAÑO, Fabian Ernesto . Trabajo de grado Geología. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisico-Química. Departamento de geología, 2003. 52p.

² REYES MENDOZA, German. Consultoría para elaborar la caracterización de la geología regional y local y apoyar la evaluación de la amenaza y riesgo geológico por movimientos en masa en el municipio de Vélez por la UIS, Julio 2014.

Figura 6. Limolitas grises, laminadas y fisibles.



Fuente: REYES MENDOZA, German. Consultoría para elaborar la caracterización de la geología regional y local y apoyar la evaluación de la amenaza y riesgo geológico por movimientos en masa en el municipio de Vélez por la UIS, Julio 2014.

La Formación Paja abarca el total de la geología local, encontrada en un área en estudio. Dentro de ella se definieron 3 segmentos o miembros, los cuales serán descritos a continuación:

Unidad I (Kip₁). Se encuentra hacia el oriente del municipio de Vélez. Esta unidad corresponde a una limolita de color negro, carbonatada, presenta fósiles como amonitas de aproximadamente 3 cm de diámetro y estructuras nodulares calcáreas fosilíferas que varían de 25 a 45 cm de diámetro, las cuales muestran un grado de fisilidad bajo y una distribución no homogénea alrededor de los afloramientos; que se evidencian en los cauces de las corrientes superficiales que fluyen en las partes bajas del casco urbano.

Figura 7. Limolitas negra carbonata con fisilidad.



Fuente: REYES MENDOZA, German. Consultoría para elaborar la caracterización de la geología regional y local y apoyar la evaluación de la amenaza y riesgo geológico por movimientos en masa en el municipio de Vélez por la UIS, Julio 2014.

Unidad II (Kip₂). Esta unidad es la más concurrente en la zona de estudio y corresponde a limolita de color negro y gris, que se caracteriza por tener una fisilidad muy alta y en algunos sectores afloran muy fracturadas por efecto del marcado diaclasamiento sub-vertical. En la parte superior de la zona de estudio, la lutita negra en una secuencia no mayor a 60 cm presenta una acumulación de calcita (caliche) entre sus folios.

Figura 8. Afloramiento y detalle lutita negra con diaclasamiento sub-vertical.



Fuente: PORRAS LARROTA, Leonel y VIENA CASTAÑO, Fabian . Trabajo de grado Geología. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisico- Química. Departamento de geología, 2003. 54p.

Unidad III (Kip₃). La compone una lutita negra carbonatada con un grado de fisilidad de media a alta, con nódulos de aproximadamente 10 cm de diámetro y el mismo diaclasamiento sub-vertical que predomina en general en todas las litologías presentes en la zona de estudio.

Figura 9. Afloramiento de Limolitas negra calcárea con nódulos de 10 cm.



Fuente: PORRAS LARROTA, Leonel y VIENA CASTAÑO, Fabian . Trabajo de grado Geología. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisico- Química. Departamento de geología, 2003. 54p.

3.1.2 Depósitos Coluviales. En los trabajos geológicos efectuados en el área urbana de Vélez se identificaron varios tipos de depósitos coluviales del Cuaternario, que aquí se denominan Qc1, Qc2 y Qc3, en función del contenido (o porcentaje) y del tamaño de las gravas presentes, junto a su composición, como se describe en los párrafos sucesivos. En general, estos coluviones tienen una matriz fina (son lodo-soportados) y un armazón (es decir, los tamaños más grandes o abundantes) integrado por detritos rocosos (o gravas) con dos tipos composicionales principales, a saber: areniscas calcáreas pardas y limolitas grises. Tales gravas son típicamente heterométricas, con baja esfericidad y muy angulares a subangulares.

En cuanto a espesores los coluviones varían entre 2 y 6 m. Los coluviones se distribuyen cubriendo en forma discordante a los tres segmentos de la Formación Paja. Dada su posición topográfica y la relación local con la unidad suprayacente (al occidente más alto

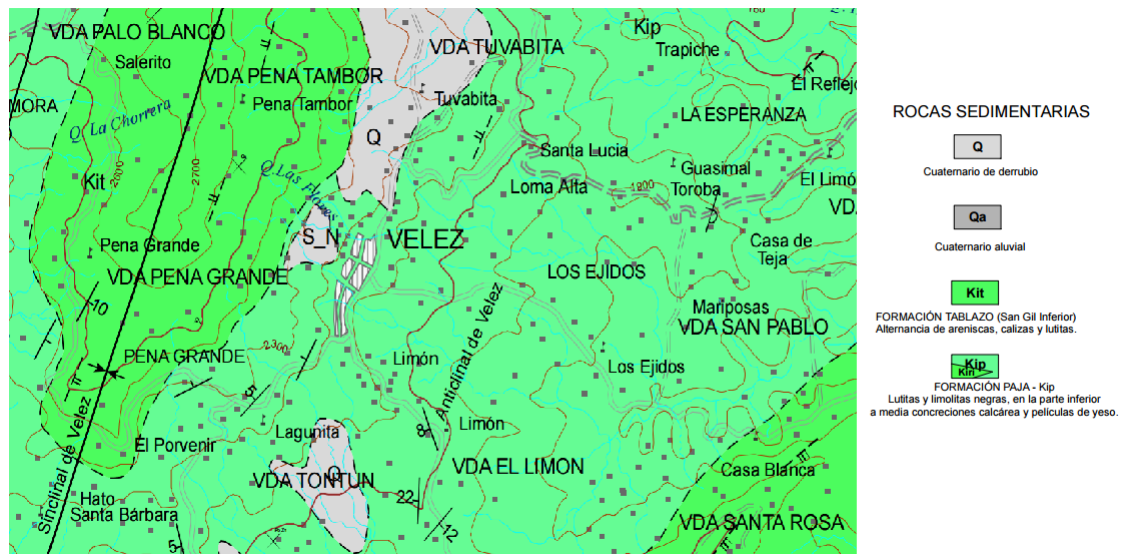
de Vélez) se infiere que todos estos fragmentos rocosos (los embebidos dentro de los coluviones, y que constituyen el armazón) tienen una proveniencia de la Formación Tablazo. La edad de los coluviones es Holocénica.

Figura 10. Depósitos coluviales.



Fuente: REYES MENDOZA, German. Consultoría para elaborar la caracterización de la geología regional y local y apoyar la evaluación de la amenaza y riesgo geológico por movimientos en masa en el municipio de Vélez por la UIS, Julio 2014.

Figura 11. Geología del municipio de Vélez, estructura regional.



Fuente: Modificado de C. Ulloa M. y E. Rodríguez M., 1984. INGEOMINAS.

3.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra en la provincia de Vélez, la cual presenta una serie consecutiva de anticlinales y sinclinales, estos se distribuyen de este a oeste así: Sinclinal de Barbosa, Anticlinal de Vélez, Sinclinal de Vélez, Anticlinal de Jesús María y Sinclinal de Jesús María. Los pliegues mencionados son abiertos con planos axiales verticales (León, 1991a) citado en Álvarez y Bueno (1994) y su orientación va SW-NE. En general se caracterizan por la forma y disposición, cuyas líneas de charnela a lo largo de hasta 20 Km y apenas presentan cambios en su inmersión y dirección. Las zonas así deformadas se caracterizan por no estar metamorfizadas, y por presentar pliegues con tendencia a ser paralelos. Las fallas tienden a ser relativamente escasas y están restringidas a las zonas marginales o a zonas de deformación relativamente importante, en las que las fallas son inversas aproximadamente paralelas a los planos axiales de los pliegues (Hobbs, 1981) citado en Álvarez y Bueno (1994). En el área de estudio cartografiada no se registran fallas.

Sinclinal de Jesús María: Presenta un rumbo SW-NE, este parece continuar con el sinclinal que se encuentra entre Vélez y la estatua de la virgen, formando una estructura amplia, asimétrica en la formación Paja.

Sinclinal de Barbosa: Es una estructura extensa que presenta principalmente su flanco occidental bien expuesto, donde tiene asiento la ciudad de Barbosa. El flanco oriental del sinclinal está claramente desarrollado y puede apreciarse en la carretera que de Barbosa conduce a Monquirá. Su núcleo constituido por calizas y shales negros pertenecientes a la formación Tablazo. Su eje presenta una dirección SW-NE, él que puede seguirse por varios Kms (Gómez, 1977).

Anticlinal De Vélez. Es una estructura simétrica, amplia, cuyo eje tiene una dirección aproximada N 30°E, prolongándose hacia el Sur dentro del municipio de Vélez. En general este anticlinal está conformado por sedimentos cretáceos de la Formación Paja. Es una estructura abierta simétrica, Atraviesa las veredas: Hatillo, Centro y Mirabuenos en el municipio de Chipatá.

Falla del Suárez. Es una falla regional de una longitud aproximada de 120 Km hasta la confluencia con la falla de Bucaramanga – Santa Marta, su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suárez y Sogamoso. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sarria (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinextral. La terminación de esta falla atraviesa el Municipio, afectando el casco urbano y el corregimiento de Cite; en dirección NE, se presenta inferida y cubierta en la mayor parte del territorio municipal. El desplazamiento observado indica que el bloque occidental asciende con respecto al bloque oriental.

3.3 ANALISIS PETROGRAFICO.

Se realizó un análisis petrográfico donde se pudo observar lo siguiente:

Formación: Kip2

Clasificación: Shale carbonáceo-micáceo laminado

Shale carbonáceo-micáceo laminado, con efectos de deformación por esfuerzos compresivos:

Compuesta principalmente de materia orgánica laminar (54 %) y hojas de moscovita (37 %) que constituye la matriz de la roca. El origen de esta moscovita puede ser producto de la alteración de minerales argiláceos por temperatura, producto de un posible bajo grado de metamorfismo. Se observan bioclastos silicificados dentro de los cuales se reconocen placas de equinodermos (1%), reemplazados por sericita (2%), granos terígenos de extinción recta (1%), carbonato de calcio ferroso (3%) y ankerita (1%)³.

DESCRIPCIÓN COMPOSICIONAL

MATRIZ

<i>Matriz de materia orgánica laminar</i>	54%
---	-----

³ TORRES, DIEGO. Consultoría para descripción litológica a partir del análisis petrográfico de 13 láminas delgadas por la UIS, Octubre 2014.

ARMAZÓN

<i>Moscovita</i>	37%
<i>Bioclastos indiferenciados:</i>	3%
<i>Sericita</i>	2%
<i>Cuarzo extinción recta</i>	1%

CEMENTOS

<i>Carbonato de calcio ferroso</i>	3%
<i>Ankerita</i>	1%

POROSIDAD PETROGRÁFICA

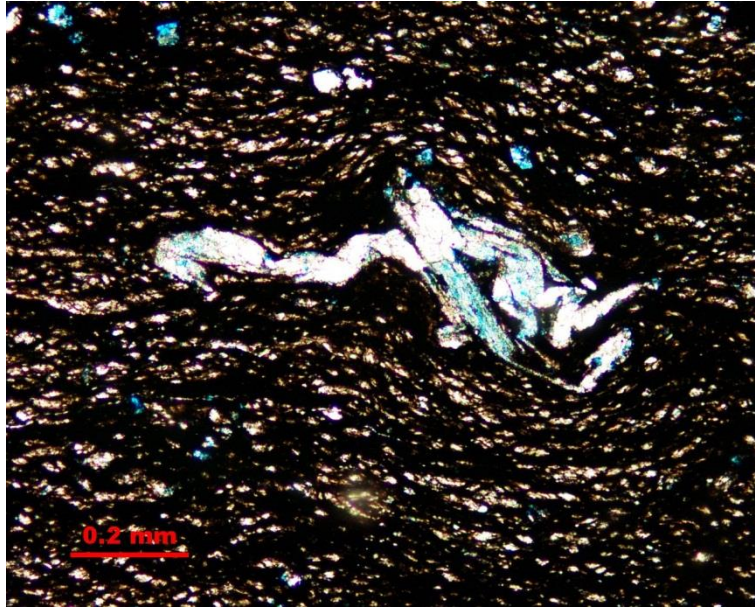
$\phi_1 = 0\%$
 $\phi_2 = \text{Trz}$

Figura 12. Fotomicrografía tomada en nicoles cruzados con objetivo de 5X. Aspecto textural del shale carbonáceo moscovítico. Se observan láminas de materia orgánica intercrecido con hojas discontinuas de micas, principalmente moscovita.



Fuente: TORRES, DIEGO. Consultoría para descripción litológica a partir del análisis petrográfico de 13 láminas delgadas por la UIS, Octubre 2014.

Figura 13. Fotomicrografía tomada en nicoles cruzados con objetivo de 10X. Se observan láminas gruesas de carbonatos silicificados y cloritizados con efectos de compresión.



Fuente: TORRES, DIEGO. Consultoría para descripción litológica a partir del análisis petrográfico de 13 láminas delgadas por la UIS, Octubre 2014.

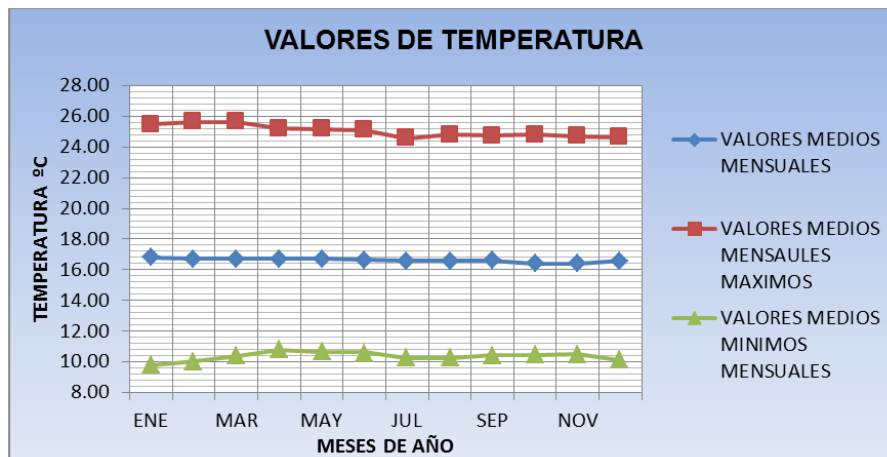
4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

En este capítulo se presenta el análisis del comportamiento temporal de la temperatura, la humedad relativa, brillo solar y evaporación con base en los registros mensuales multianuales existentes de los años 1974 al 2011 (37 años), de la estación La Granja Vélez (2401527), localizadas en el área urbana del municipio en el costado sur.

4.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

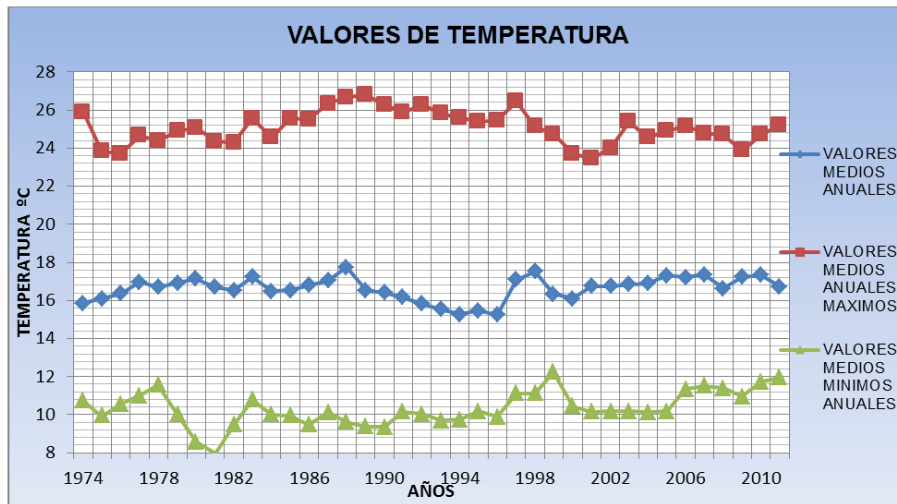
4.1.1 Temperatura. La estación la Granja Vélez registra una serie de datos comprendida entre los años de 1974 y 2011, los cuales indican que el valor de temperatura media presenta un valor 16.65 °C entre estos años, a su vez se registra un valor máximo de temperatura de 25.6 °C y un valor mínimo de 10.8 °C. En la estación La granja Vélez nos registran en sus case de datos valores mensuales medios, máximos y mínimos, a continuación Figura 14, se presenta un resumen de estos valores:

Figura 14. Valores Mensuales temperatura estación la Granja Vélez.



Se registran un descenso de la temperatura durante el año, siendo los meses de Octubre y Noviembre los más fríos, y enero el mes más cálido para el casco urbano y su área perimetral de acuerdo al análisis de la temperatura mensual multianual para la mencionada serie, sin embargo es de aclarar que la magnitud no sufre cambios significativos entre el mes más cálido (enero) y el más frío (Octubre Noviembre).

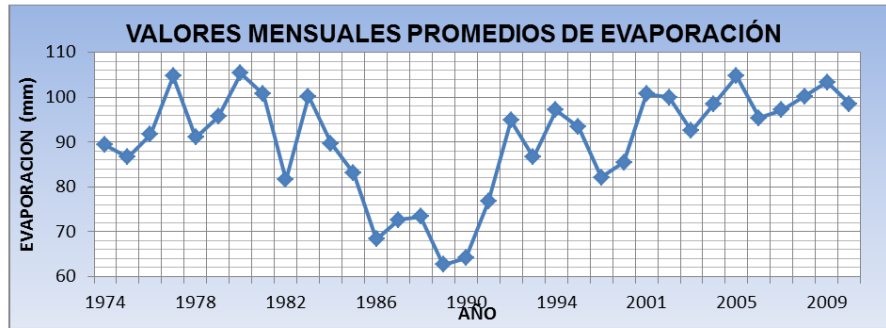
Figura 15. Valores anuales medios de temperatura estación la Granja Vélez.



El año 2010, presenta la máxima temperatura registrada en la serie, alcanzando una temperatura de 30,4 °C, igualmente en los años 1980 y 1981, se registran los valores de temperatura mínima correspondiente a 5.0 y 5.8 °C, siendo el año de 1988 el año más cálido para la misma serie.

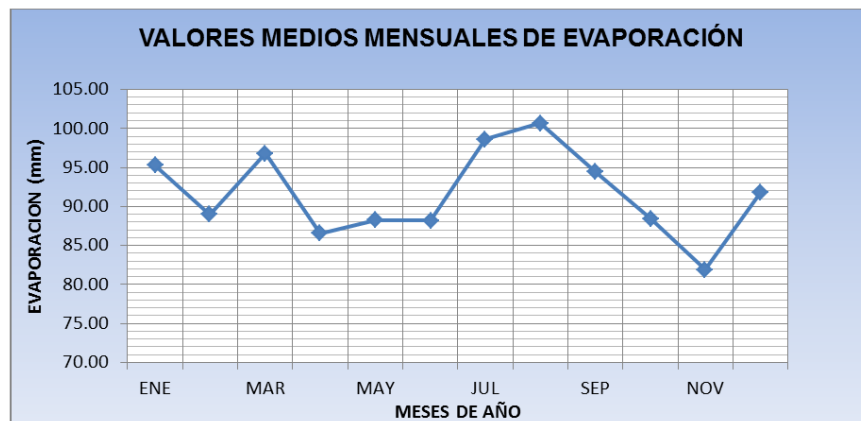
4.1.2 Evaporación. La estación La Granja, registra para una serie que comprende en periodos mensuales multi-anales, desde 1974 al año 2011, la evaporación mostrada en la Figura 16.

Figura 16. Valores anuales medios de evaporación, estación la Granja Vélez.



Se observa que para los años 1977, 1980 y 2005, se presentan las máximas evaporaciones registradas que superan los 105.0 mm/mes, mientras que en los años 1986 al 1990 se registran los valores mínimos de evaporación con valores promedios de alrededor de 70.0 mm/mes.

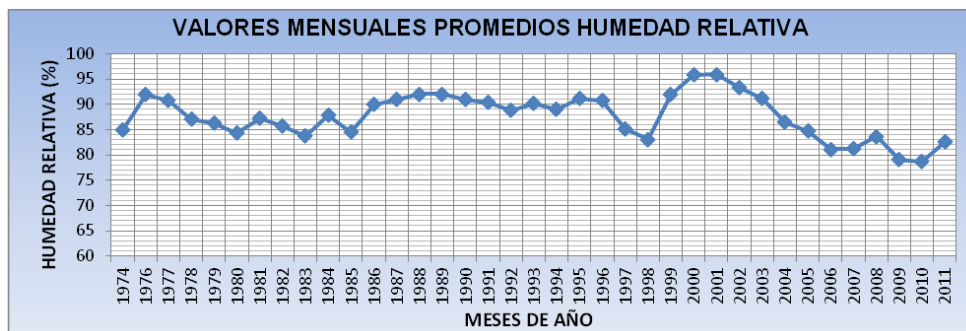
Figura 17. Valores medios mensuales de evaporación, estación la Granja Vélez.



El mes de agosto presenta la evaporación media máxima, a la vez que la mínima evaporación se registra en el mes de Noviembre, como se puede observar en la Figura 17.

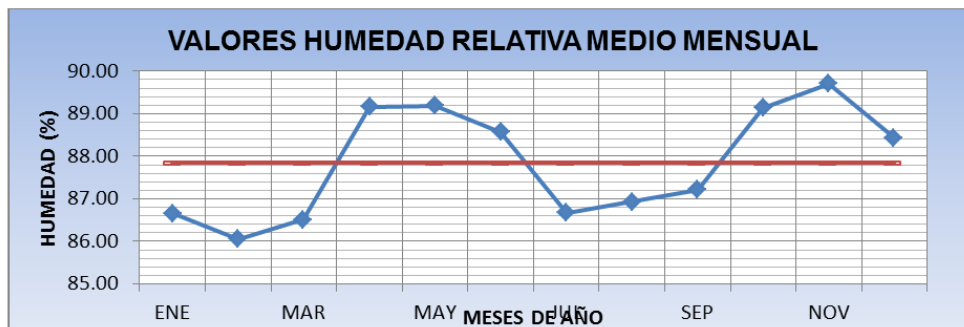
4.1.3 Humedad relativa. La humedad relativa, nos muestra que para el año de 2000 corresponde la máxima humedad de 95.9% media anual, y para el año 2009 el año corresponde a la mínima humedad registrada de 78.72% media anual.

Figura 18. Valores anuales media humedad relativa, estación la Granja Vélez.



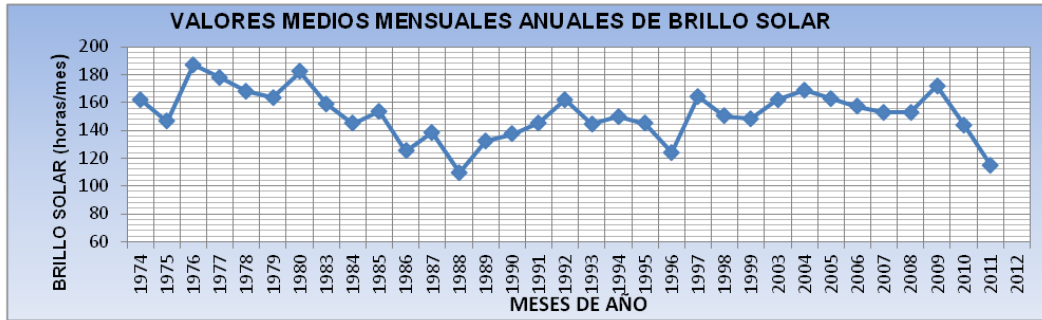
Mensualmente, se observa para la serie, que las máximas humedades corresponden a los meses de Abril, Mayo y Noviembre y los mínimos en los meses de Enero, Febrero, Marzo, Julio, Agosto y Septiembre con un 86%. Confirmando la presencia de un clima bimodal para el casco urbano del municipio de Vélez, comprendido entre los meses de Enero a Marzo y de Julio a Septiembre para la época seca, y del mes de Abril a Junio y Octubre a Diciembre para la época de lluvias, de acuerdo a la Figura 19.

Figura 19. Valores medios mensuales de humedad relativa, estación la Granja Vélez.



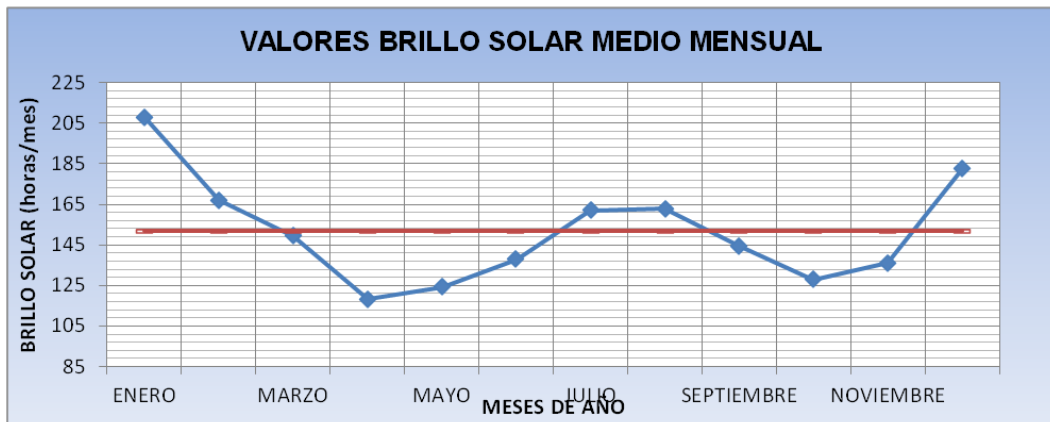
4.1.4 Brillo solar. Para El Brillo solar, se tiene que el año de 1976 presenta la mayor cantidad de horas de Brillo al año (187.05 horas/mes), mientras que para el año de 1988 se presenta el mínimo valor de brillo solar (109.9 horas/mes).

Figura 20. Valores multianuales medios mensuales de brillo solar, estación la Granja Vélez.



Mensualmente se tiene que para la misma serie de datos (1974 al 2011), y corresponden a los meses de Enero (207 hora/mes), la máxima exposición solar, mientras que para el mes de Abril, se manifiesta la mínima exposición (118.1 hora/mes), Figura 21.

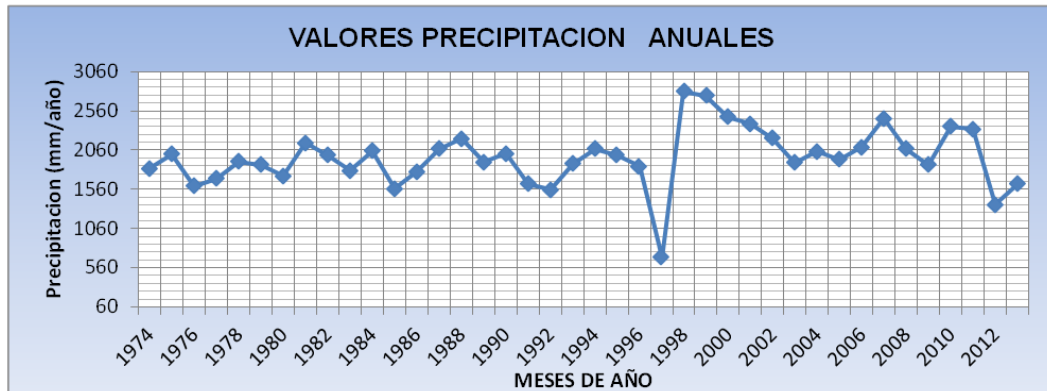
Figura 21. Valores medios mensuales de brillo solar, estación la Granja Vélez.



4.1.5 Precipitación. La precipitación que cae sobre Vélez se ve influenciada en gran medida por sistemas convectivos de gran desarrollo vertical que se forman en el valle del Magdalena Medio como consecuencia de la acumulación de humedad en el valle, su posterior ascenso debido a las altas temperaturas en la región y por la influencia a escala nacional de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), que es una franja a donde llegan las corrientes de aire cálido húmedo y frentes fríos provenientes de los grandes cinturones de alta presión, situados en la zona subtropical de los hemisferios norte y sur, dando origen a la formación de grandes masas nubosas y abundantes precipitaciones.

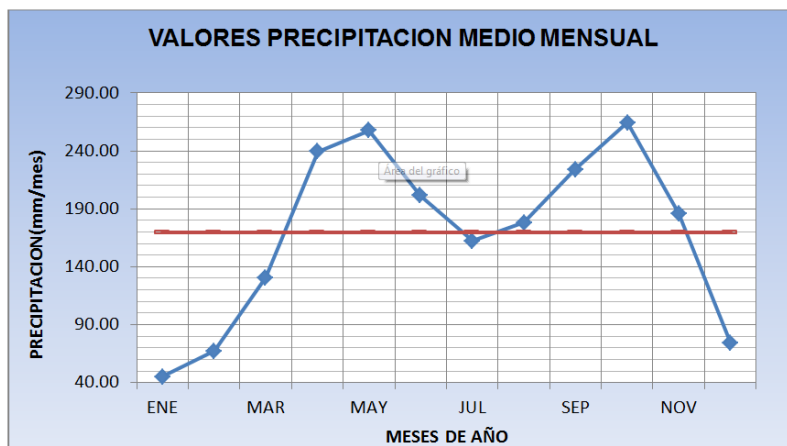
El desplazamiento de la ZCIT, sigue el movimiento aparente del Sol y lleva un retraso de uno a dos meses respecto de él; a comienzos del año se ubica cerca de los 6° de latitud sur sobre el continente y en julio o agosto, se halla ligeramente al norte de las costas colombianas. Estos sistemas se desplazan hacia el Este en dirección del municipio en forma de precipitaciones orográficas, las cuales se originan cuando estas masas húmedas chocan contra el flanco Oeste de la Cordillera Oriental enfriándose, condensándose y posteriormente depositando parte de su humedad sobre dicho flanco. Para el estudio de la precipitación se utilizó una estación pluviométrica existente en el casco urbano del municipio. Estos datos permiten hacer comparaciones entre las diferentes series dadas, valores medios y anuales de precipitación, con los cuales es posible identificar patrones o eventos especiales que puedan dar una idea del régimen de lluvias de la zona y así comprender mucho más, la forma como el suelo puede comportarse ante factores de orden natural como es el caso de la precipitación, teniendo en cuenta que es una zona altamente pluviosa. Según los datos del IDEAM, los volúmenes de precipitación mensuales, tomando como referencia la estación La Granja Vélez tienen un valor promedio multianual de 1880 milímetros al año, con valores máximo de 2811 mm en el año 1998 año. En la Figura 22 se presenta los valores anuales de 1974 al 2012.

Figura 22. Valores multianuales de precipitación, estación la Granja Vélez.



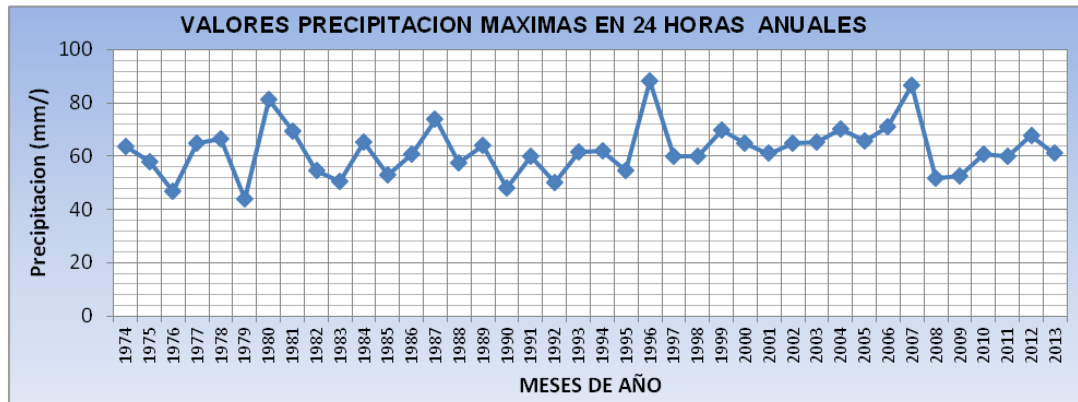
En general la precipitación en el municipio de Vélez se comporta de manera parecida a la mayor parte de la región Andina Colombiana y según lo que se observa en la Figura 23 a lo largo del año, la precipitación no se distribuye uniformemente, conformándose un ciclo bimodal con dos períodos secos y dos húmedos, que se denominan época seca y época lluviosa; el ciclo inicia con un período seco en diciembre, enero, febrero y mediados de marzo, seguido por meses lluviosos durante abril, mayo y junio; posteriormente, se presenta un período seco que cubre parte julio y agosto y desde septiembre comienza el segundo período lluvioso del año que se extiende hasta finales de noviembre, presentándose en este punto sus picos máximos.

Figura 23. Valores medios mensuales de precipitación, estación la Granja Vélez.



Sin embargo, los datos registrados para las lluvias máximas, son muy diferentes a los valores medios como es de esperarse, pero a diferencia del resto del país, para los años 2009 y siguientes, las precipitaciones máximas no son las extraordinarias que se esperaban.

Figura 24. Valores anuales máximo de precipitación en 24 horas.



La Figura 24 muestra la distribución de los datos extremos en la serie de datos que se cuenta para el casco urbano del Municipio de Vélez Santander. Con un comportamiento normal para datos extremos. Aunque el año 1998, fue el mas lluvioso entre todos los años de la serie, se observa con claridad que para el año de 1996, se presentó la mayor lluvia acumulada en 24 Hrs entre toda la serie, mientras que para el año de 1998, el máximo diario se encuentra entre los valores promedio para lluvias extremas.

4.1.6 Evapotranspiración. Otra parte de las pérdidas o demandas la conforman la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de las plantas, las cuales se evalúan en forma conjunta, mediante la evapotranspiración potencial. Esta sólo se lleva a cabo cuando el suelo dispone de bastante humedad para satisfacerla, de modo que en períodos secos el valor de la pérdida de humedad puede ser menos que el calculado, lo que se conoce como evapotranspiración real y se deduce del propio balance, como la suma de la precipitación en ese período y la reserva de agua del suelo al inicio del mismo.

La evapotranspiración que agrupa la evaporación del agua a la exposición directa del sol más la transpiración de las plantas que de igual forma lanzan a la atmósfera agua en

forma de vapor de agua, se determina por el método indirecto de JENSEN y HEISE mes a mes que estiman la evapotranspiración real.

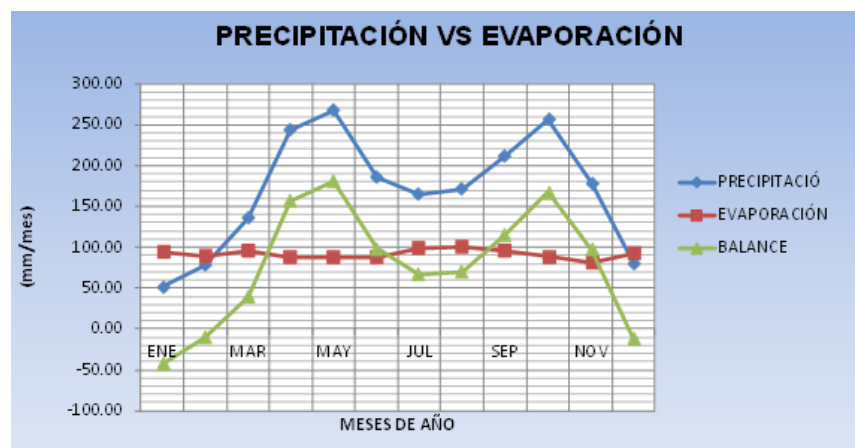
Tabla 1. Cálculo de evapotranspiración.

METODO DE CALCULO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL mm/año
JENSEN Y HEISE	mm/mes	111.8	103.9	100.5	117	130.3	116.3	117.4	101.74	103.1	103.5	118.1	119.3	1343.06
Evaporación Estación La Granja	mm/mes	93.82	89.02	96.19	87.05	87.73	87.70	98.36	100.75	95.19	88.21	81.18	92.13	1097.3534

En la Tabla 1, se muestra el cálculo de la evapotranspiración por el método mencionado y el valor de evaporación registrado por la estación La Granja. Se observa que los valores del método son mayores que los valores registrados de evaporación en la estación La Granja

Si se comparan la Precipitación Mensual Vs La Evapotranspiración en el mismo mes, y de igual forma para todos los meses del año, se tienen los períodos de déficit de humedad como se observa en la Figura 25.

Figura 25. Análisis de Precipitación vs evaporación.



Los períodos de Déficit, corresponden a los meses de Diciembre y Enero, donde la Evaporación es mucho mayor que la precipitación, lo cual indica que para el resto del año, el agua precipitada se almacena en el suelo y alimenta a las aguas subterráneas, y escurre superficialmente hacia los drenajes naturales, manteniendo un exceso de humedad en el suelo, lo que no favorece los problemas de fenómenos de remoción en

masa, ni a los problemas de deformación que posiblemente se presenten en los suelos finos sobre los cuales está fundado el casco urbano municipal.

4.2 ANALISIS DE AGUAS SUBTERRANEAS.

Los parámetros más importantes al analizar el flujo en macizos rocosos fracturados de matriz fina, corresponden a la permeabilidad, y está controlado por la intensidad de fracturación, la interconexión de las discontinuidades. La presencia de varias familias de juntas o diaclasas, o de cualquier otro tipo de discontinuidad como fallas, meteorización, alteraciones etc, suponen un comportamiento Anisotrópico del sistema. Para determinar ésta propiedad se realizan pruebas para determinar *in situ* denominada *Slug Test*⁴.

La prueba de Slug Test consisten en elevar los niveles piezométricos de forma instantánea y monitorear en el tiempo la recuperación del mismo, introduciendo una masa dentro de un piezómetro, o dentro de los sondeos geotécnicos que se entubaron para tal fin. Los niveles de igual forma, se capturan mediante el uso de mini Divers, y se compensan eliminando la presión barométrica capturada simultáneamente con un Baro Diver.

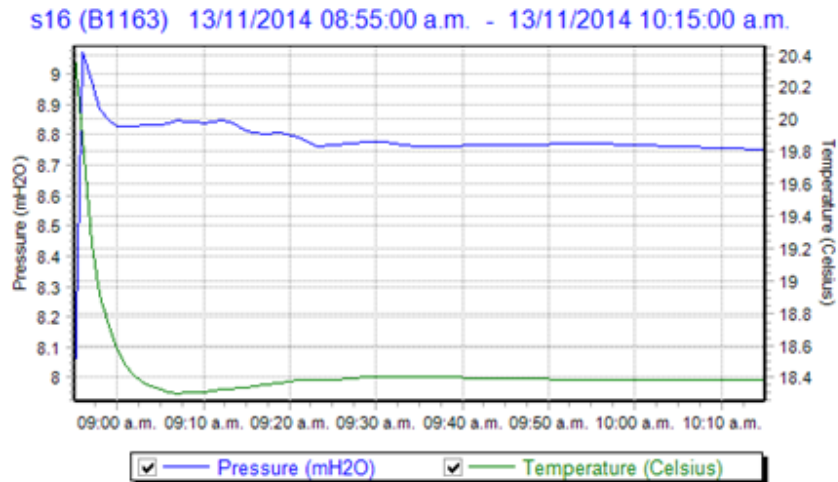
⁴ MORENO TORRES, Luis. Consultoría para elaborar el estudio Hidrológico e Hidrogeológico de área urbana del municipio de Vélez y del centro poblado de Alto Jordán por la UIS, Julio 2014.

Figura 26. Piezómetros para el monitoreo de aguas subterráneas.



En forma general la prueba de Slug test se desarrolla durante una Hora aproximadamente, para todos los sondeos y piezómetros donde se encontraron los niveles freáticos.

Figura 27. Datos de campo tomados con el Diver y Baro Diver.



Fuente: MORENO TORRES, Luis. Consultoría para elaborar el estudio hidrológico e hidrogeológico de área urbana del municipio de Vélez y del centro poblado de Alto Jordán por la UIS, Julio 2014.

Las conductividades Hidráulicas se calculan mediante las expresiones de *Lefranc*, para cabeza variable, *Gilg Gavard* con cabeza variable. A continuación en Tabla 2, se presenta el resumen de los resultados obtenidos, de cuyas magnitudes, se puede observar que la permeabilidad por uno u otro método es muy diferente, sin embargo se encuentran dentro del mismo rango de orden (0.001 y 0.0001 m/día). Valores normales para arcillas y suelos finos limos, limo arcillosos. Solamente en los sondeos S11 y S12, tenemos un orden de magnitud mayor que en los demás (0.1 m/día)⁵.

Tabla 2. Resultados obtenidos mediante la prueba SLUG Test.

Ensayo Slug Test área Urbana de Vélez		
Sondeo No	Lefranc Variable	Gilg Gavrd Variable
	K mm/dia	K mm/dia
S 7	0.292	1.070
S 8	2.334	63.345
S 9	1.000	8.057
S 10	0.191	1.617
S 11	17.490	100.472
S 12	18.587	112.955
S 14	0.168	4.895
S 15	1.298	10.392
S 16	1.341	34.922

Fuente: MORENO TORRES, Luis. Consultoría para elaborar el estudio Hidrológico e Hidrogeológico de área urbana del municipio de Vélez y del centro poblado de Alto Jordán por la UIS, Julio 2014.

⁵ MORENO TORRES, Luis. Consultoría para elaborar el estudio Hidrológico e Hidrogeológico de área urbana del municipio de Vélez y del centro poblado de Alto Jordán por la UIS, Julio 2014.

5. ANALISIS SISMICO

El departamento de Santander se encuentra localizado en la parte occidental de la cordillera oriental (sector donde la cordillera cambió de rumbo de NE a NW) y el valle medio del río Magdalena, regiones tectónicamente complejas y sísmicamente activas, que ocasionalmente se vuelve preocupante por la intensidad y frecuencia de los sismos. En este departamento entre 1920 y 1991, se han registrado en total 76 sismos de magnitud entre 4 y 6 grados en la escala de Richter.

Estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras (INGEOMINAS) ubican al Departamento de Santander dentro de las zonas de riesgo sísmico alto; su principal actividad sísmica es debida al Nido Sísmico de Bucaramanga (sector Umpalá), con profundidades que varían entre 140 y 180 Km

El inventario histórico del Padre Jesús Emilio Ramírez, denominada “Historia de los terremotos en Colombia” compila los principales datos sobre los sismos ocurridos en el país desde los tiempos de la conquista (siglo XVI) hasta el año de 1963. De los 597 sismos que reporta para todo el territorio nacional, 111 aparecen ubicados con epicentro en algún lugar del departamento de Santander. La reedición de la obra del padre Ramírez, donde se publica un nuevo catálogo de sismos hasta 1974, muestra la constante actividad sísmica de la zona del Macizo de Santander, en cuyo borde occidental se destacan las localidades de Umpalá y Cepitá.

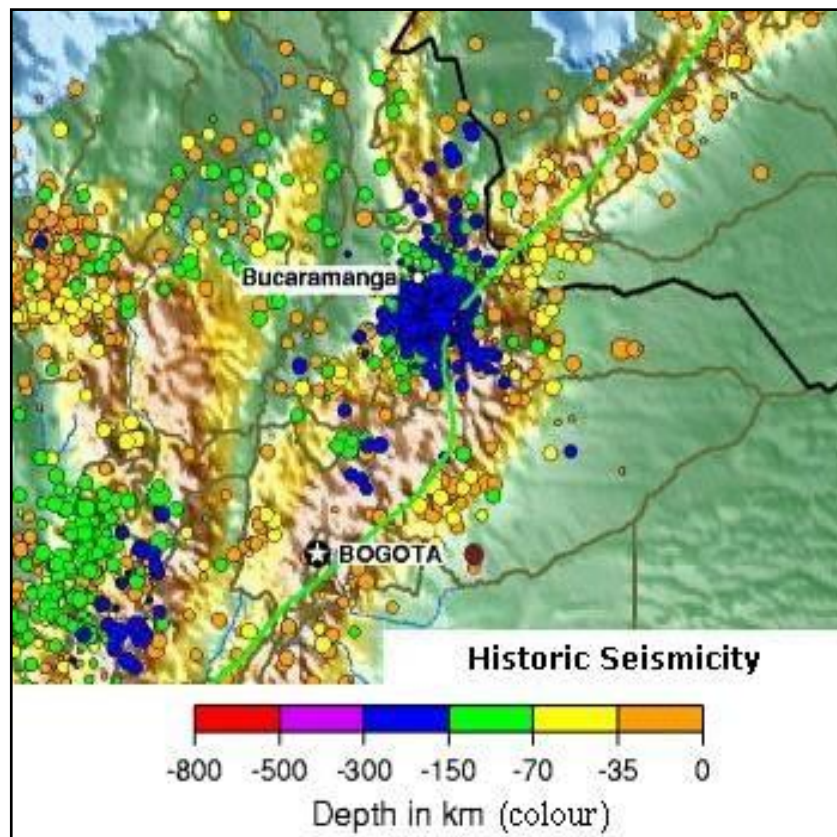
En el inventario histórico del padre Jesús Emilio Ramírez, no aparecen noticias de sismos con epicentro en Vélez, pero si se observa que hay datos de sismos de zonas cercanas que afectaron en el pasado el Municipio.

La actividad sísmica por ser bien definida en Santander, se denomina “nido” o “enjambre sísmico de Bucaramanga”, cuyos hipocentros se han detectado instrumentalmente a una profundidad de 150 km aproximadamente, 50 km al sur de Bucaramanga entre las localidades de Umpalá y Cepitá, en donde se registra un promedio diario de cinco sismos de baja magnitud en la escala de Richter. El nido sísmico de Bucaramanga ha sido catalogado como una de las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo.

En 1993 la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) instrumentó el “Nido Sísmico” y actualmente registra información continua de actividad, conformando un foco amplio con magnitudes entre 2.6 y >5.5 en escala de Richter de focos profundos (140-180 Km.) a superficiales (35-70 Km.) relacionados con las Fallas de Bucaramanga, Suárez, La Salina, Mulatos y Cimitarra (Díaz y Suárez, 1998).

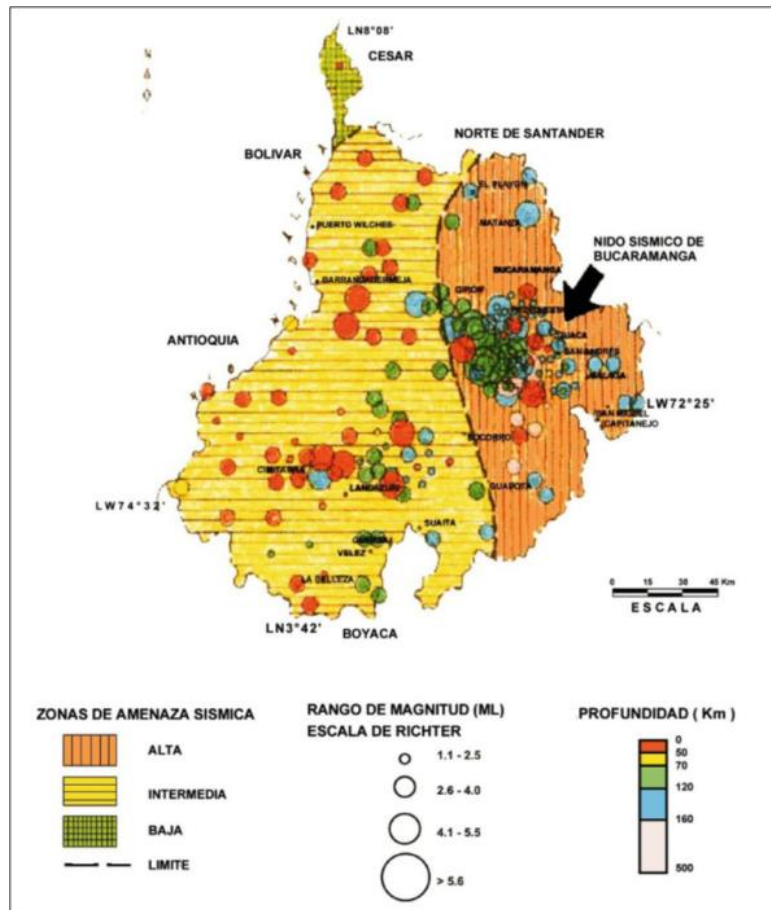
En el mapa de sismos del USGS (Figura 28), se observa un clúster de sismos profundos (más de 150 Km) en la zona de Bucaramanga y casi nula en el municipio de Vélez.

Figura 28. Sismicidad historia de los sectores aledaños al departamento de Santander.



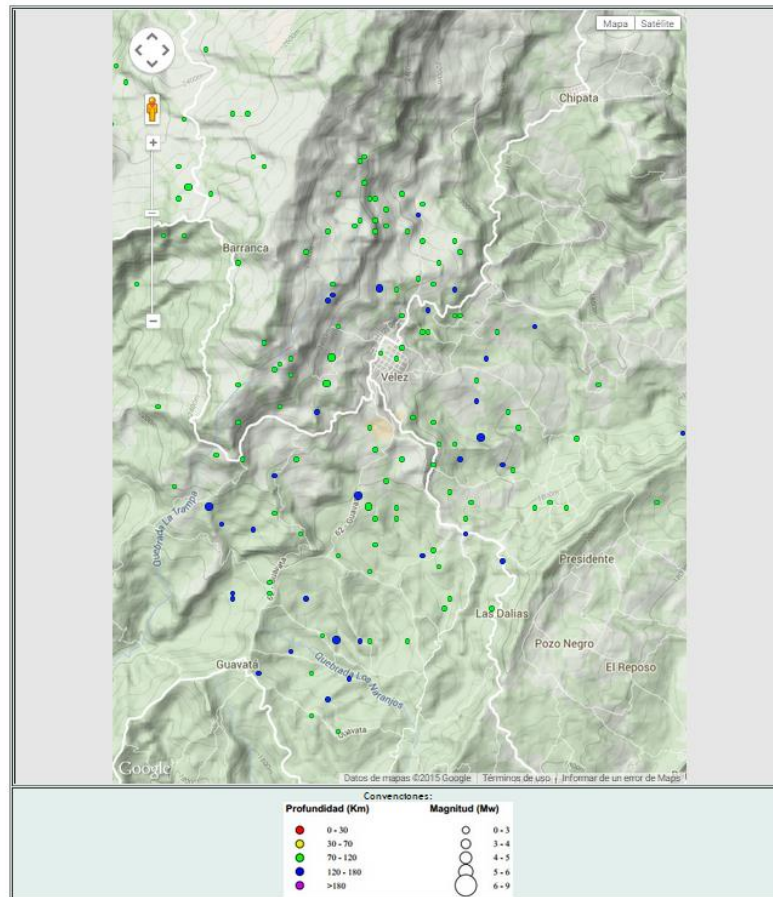
Fuente: USGS National Earthquake information Center.

Figura 29. Zonas de amenaza sísmica en el departamento de Santander, epicentros sísmicos registrados por la Red Sismológica Nacional (junio de 1993 a marzo de 1997).



Fuente: Ingeominas.

Figura 30. Sismos presentados en el área cercana al Municipio con diferentes intensidades y profundidades.



Fuente: Servicio Geológico Nacional

Históricamente el Servicio Geológico Nacional tiene registrados 145 sismos desde 1993 hasta la actualidad aunque su intensidad es leve. En el registro del servicio geológico Nacional aparecen los siguientes sismos teniendo como zona epicentral el municipio de Vélez, con magnitud igual o mayor de 3:

Tabla 3. Registro sísmico con magnitud mayor a 3 y epicentro en el municipio de Vélez

Fecha aaaa/mm/dd	Hora UTC hh:mm:ss	Magnitud MI	Longitud Grados	Latitud Grados	Departamento	Municipio	Profundidad Km	Estado
21/09/1994	00:11:41	3.2	-73.674	6.025	SANTANDER	VELEZ	120	Revisado
29/12/1996	15:29:27	3	-73.682	5.959	SANTANDER	VELEZ	122.1	Revisado
10/03/2000	06:15:14	3.3	-73.684	6.007	SANTANDER	VELEZ	112	Revisado
12/07/2001	18:33:04	3.5	-73.678	5.986	SANTANDER	VELEZ	128	Revisado
18/07/2001	06:05:25	3.4	-73.655	5.997	SANTANDER	VELEZ	124.1	Revisado
26/06/2002	00:31:07	3.1	-73.683	6.012	SANTANDER	VELEZ	113.1	Revisado
17/06/2003	14:24:49	3.1	-73.706	5.984	SANTANDER	VELEZ	121.1	Revisado
04/05/2008	06:44:06	3	-73.676	5.984	SANTANDER	VELEZ	119.6	Revisado
19/02/2015	16:09:07	3.1	-73.71	6.044	SANTANDER	VELEZ	109.1	Revisado
13/05/2015	16:57:30	3.1	-73.726	6.055	SANTANDER	VELEZ	111.9	Preliminar

Fuente: Servicio Geológico Nacional.

5.1 MARCO TECTÓNICO GENERAL.

Las fallas activas con longitud suficiente para generar sismos importantes en Vélez son las fallas de Bucaramanga, del Suárez, La Salina y del Piedemonte llanero. Teniendo en cuenta que los vectores de movimiento de los bloques tectónicos son principalmente hacia el oriente y las fallas geológicas son N-S, se generan unos esfuerzos de compresión; sin embargo, la magnitud de las deformaciones para el caso de Vélez es muy inferior a la de los casos de Haití o Chile e incluso del caso de Armenia; Igualmente las deformaciones acumuladas son muy pequeñas.

5.1.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta.

Se encuentra hacia la parte oriental del área de estudio; su trazo es ligeramente curvilíneo y su dirección es localmente Noroeste aunque regionalmente se torne Norte – Sur y Noreste. Según Ward et al (1973) basados en su longitud y trazo es principalmente una falla de rumbo, sin embargo en la zona de estudio se presentan evidencias claras de desplazamiento vertical, que representa un levantamiento del bloque este hacia el oeste, tesis propuesta por Julivert (1958, 1961 y 1970), quien la clasifica como una falla Inversa de alto ángulo.

5.1.2 Falla del Suárez

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la falla de Bucaramanga-Santa Marta 5 km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos

Suárez y río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante, tiene una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinistral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2.300 m. La falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos, invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegar a confundirse con depósitos cuaternarios.

5.1.3 Falla La Salina

Se encuentra localizada al occidente del departamento de Santander; su dirección regional es NE, pero localmente varía a NS y NW, pudiéndose reconocer su longitud desde su límite con Boyacá al sur hasta el norte del departamento. Pasa por terrenos del costado norte del área rural del municipio de Vélez, Vereda Puerto Rico. Es una falla inversa de ángulo alto, inclinada al oriente y también tiene desplazamiento de rumbo lateral derecho, la cual constituye el límite entre el valle medio del Magdalena y la cordillera oriental. Al oriente de su trazo se presentan rocas del cretácico superior y al occidente está en contacto con rocas terciarias; se calcula un salto hasta de unos 1.200 m en el contacto entre las formaciones Umir y Lizama. Esta falla está desplazada a la izquierda por la falla de Landázuri.

5.2 REQUERIMIENTOS AMENAZA SÍSMICA NSR-10

5.2.1 Zona de amenaza sísmica (Numeral A.2.3 - NSR-10)

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica, el municipio de Vélez se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia (Ver Figura 31).

Figura 31. Zonas de amenaza sísmica de Colombia

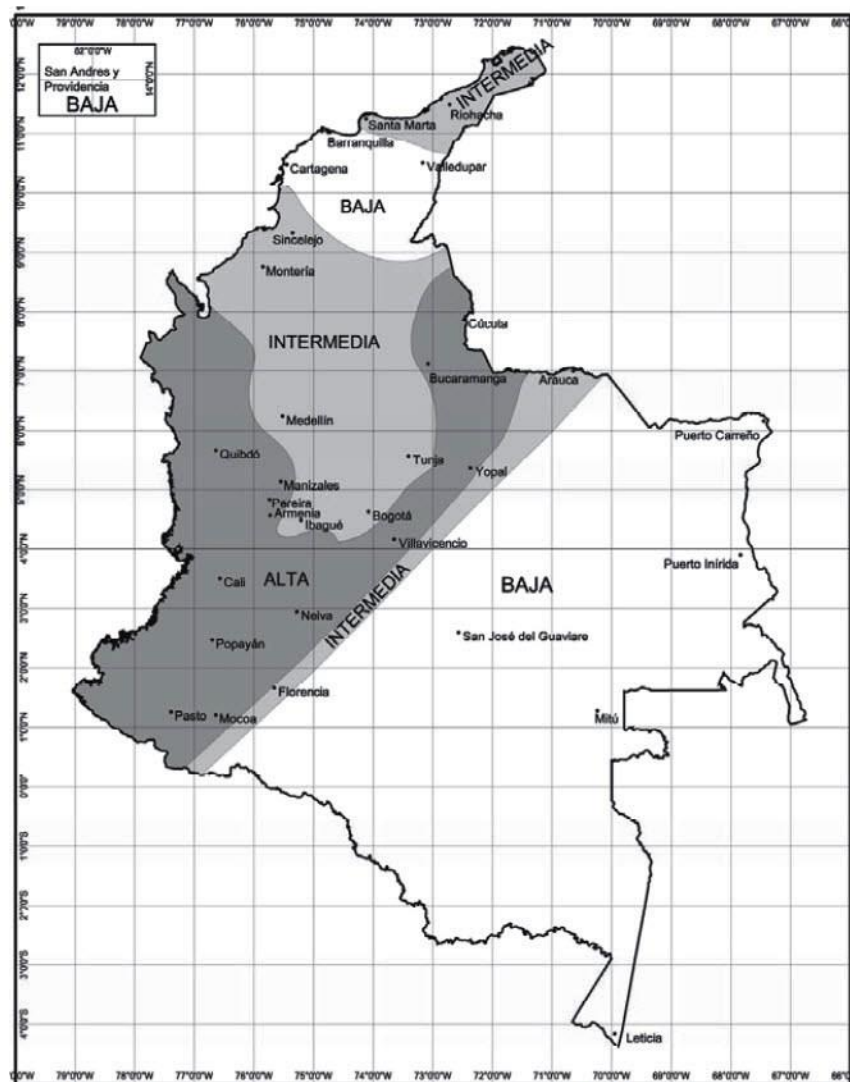


Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v

5.2.2 Valores de A_a y A_v (Numeral A.2.3 - NSR-10).

De acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, los movimientos sísmicos de diseño son los siguientes:

- A_a (Aceleración horizontal pico efectivo en roca): 0,15 (Ver Figura A.2.3-2 - Tabla A.2.3-2 - NSR-10)
- A_v (Aceleración vertical pico efectivo): 0,15 (Ver Figura A.2.3-3 - Tabla A.2.3-2 NSR-10)

5.2.3 Efectos locales (Numeral A.2.4 NSR-10)

- **Clasificación de perfil de suelo:** De acuerdo al NSR-10 (Ver Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de suelo es: D
- Perfil de suelo rígido que cumple con la condición $50 > \bar{N} > 15$
- Donde N = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N60.

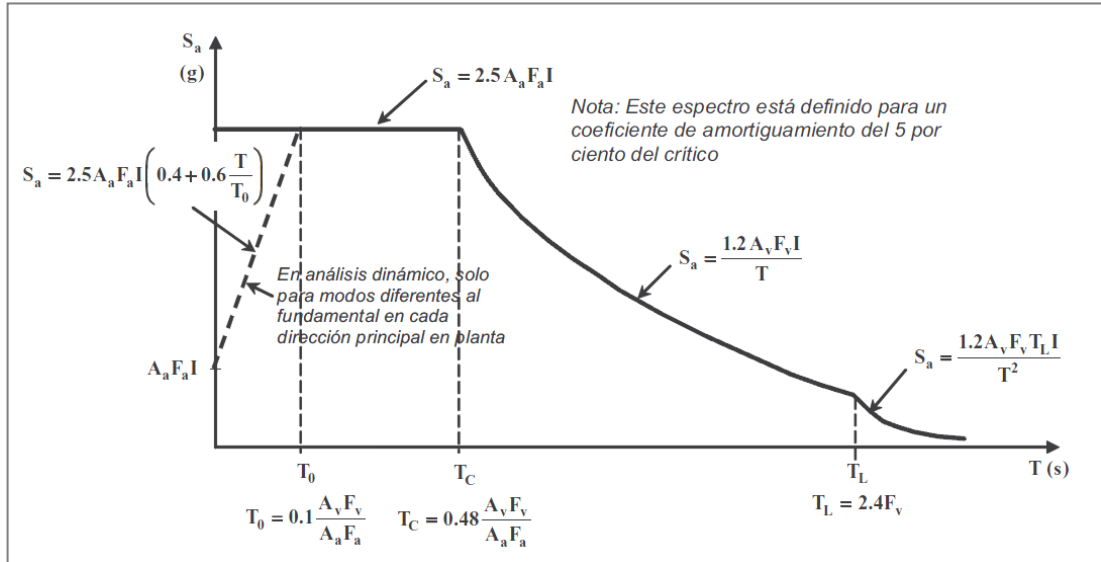
5.2.4 Criterios del espectro de diseño (Numeral A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10 (ver figura 32), calculado mediante los siguientes parámetros, el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del esfuerzo crítico.

Dónde:

- S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.
- A_a : Aceleración horizontal pico efectivo en roca $A_a = 0,15$
- A_v : Aceleración vertical pico efectivo $A_v = 0,15$
- F_a : Coeficiente de amplificación de períodos cortos del espectro (Ver Tabla A.2.4-3 – NSR-10). $F_a = 1,5$
- F_v : Coeficiente de amplificación F_v de períodos intermedios del espectro (Ver Tabla A.2.4-4 – NSR-10). $F_v = 2.1$
- I : Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 - NSR-10)
- Grupo de uso I : Estructuras de Ocupación Normal (Ver Tabla A.2.5-1 – NSR-10).
- T_o : Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.
- T_c : Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.
- T_L : Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento, aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.

Figura 32. Espectro elástico de aceleraciones de diseño con fracción de g



Fuente: Figura A.2.6-1 - NSR – 10

Cálculo de periodos:

$$T_0 = 0,1 \frac{0,15 * 2,1}{0,15 * 1,5} = 0,14$$

$$T_c = 0,48 \frac{0,15 * 2,1}{0,15 * 1,5} = 0,672$$

$$T_L = 2,4 * 2,1 = 5,04$$

$$S_a = 2,5 * 0,15 * 1,5 * 1 = 0,5625g \text{ para } T < T_c$$

$$S_a = \frac{1,2 * 0,15 * 2,1 * 1}{T} = \frac{0,378}{T} g \text{ para } T_c < T < T_L$$

$$S_a = \frac{1,2 * 0,15 * 2,1 * 5,04 * 1}{T^2} = \frac{1,905}{T^2} g \text{ para } T > T_L$$

6. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.

6.1 EXPLORACIÓN Y ANALISIS GEOTECNICO

Para determinar las características y propiedades mecánicas del subsuelo en los barrios San Luis, La Feria y La Esperanza en el municipio de Vélez, se realizaron actividades de exploración geotécnica mediante ensayos directos e indirectos. Los ensayos indirectos consisten en la realización de tomografías eléctricas y los ensayos directos se realizaron mediante técnicas de exploraciones de perforación con equipo mecánico, así como la realización de apiques para la extracción de los materiales (superficiales) existentes insitu.

En el desarrollo de este capítulo, se presentarán los resultados obtenidos en el trabajo de exploración, así como el tipo de ensayos de laboratorio llevados a cabo, incluyendo el análisis de la información obtenida.

6.1.1 Exploración por métodos indirectos. Para la exploración indirecta, el método empleado fue el de resistividad, también conocida como *tomografía eléctrica*, obteniendo perfiles del terreno mediante mediciones en la superficie, realizadas con ayuda del dispositivo de 56 electrodos SuperSting/R8 y la metodología de Wenner-Schlumberger.

Con los estudios de resistividad eléctrica se pretende determinar la distribución de resistividades en el subsuelo bajo líneas de medición y a partir de ello estimar los posibles materiales y discontinuidades litológicas en el área del levantamiento.

El método consiste fundamentalmente en estudiar las variaciones en el subsuelo de la propiedad física conocida como resistividad eléctrica, la cual es el inverso de la conductividad eléctrica. La resistividad eléctrica es la propiedad que poseen los diferentes tipos de materiales, artificiales o naturales, de oponerse al flujo de la corriente eléctrica en presencia de un campo eléctrico en cualquiera de las direcciones x, y, z. A través de los contrastes de los valores obtenidos es posible diferenciar distintas clases de materiales existentes en el subsuelo.

Con base en los estudios geológicos, geomorfológicos y las visitas de inspección en campo se proyectaron los sectores donde se realizaron las tomografías eléctricas. Esencialmente, se planea la realización de tomografías eléctricas, con el fin de identificar concentraciones de agua o alta humedad y de anomalías geológicas como fracturas o

sitios que presenten características físicas que puedan indicar la presencia de flujos de agua. Esta información se considera importante para la identificación de los factores que están incidiendo en los problemas de inestabilidad, tanto desde el punto de vista de resistencia como de deformación de los suelos; adicionalmente, permite conocer los estratos de suelo en profundidad que controlan las respuestas a la acción de agentes detonantes de movimientos.

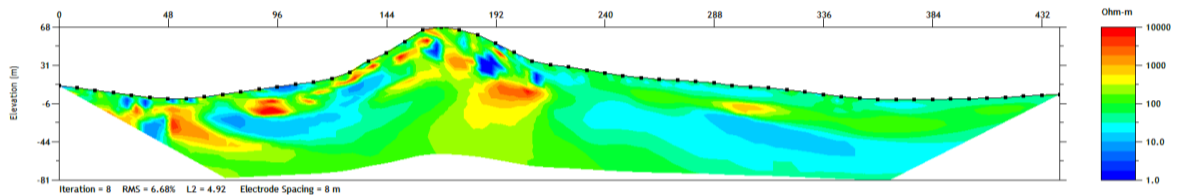
Las exploraciones geotécnicas mediante tomografía eléctrica poseen la ventaja de poder cubrir una gran extensión, tanto en distancia horizontal como en profundidad; además, el método es de gran utilidad para estimar el tipo de material que compone los estratos de suelo e identificar posibles concentraciones de humedad. La desventaja es que su análisis se apoya en hipótesis de aumento o disminución de resistividades eléctricas, por lo cual, la interpretación está siempre sujeta a un nivel de incertidumbre; por otra parte, la información obtenida con el método no es suficiente para la caracterización mecánica del terreno.

El levantamiento de tomografías eléctricas 2D, consistió en la recolección de valores de resistividad aparente del subsuelo, para ello se hincan electrodos o estacas metálicas en la superficie, a través de las cuales se inyectan corrientes que atraviesan el suelo; la dificultad del paso de la corriente por los materiales de suelo se mide y mediante un proceso posterior se obtención de imágenes de resistividad real que permitan obtener información del subsuelo. A continuación Figura 33, se presenta un esquema general de la localización de las tomografías realizadas:

A continuación se presentan los resultados gráficos de la prospección geoelectrica llevada a cabo, y las estimaciones realizadas a partir de su análisis. Los tomogramas aquí presentados representan la distribución de la resistividad del subsuelo, la cual, no necesariamente coincide con la disposición estratigráfica, dado que el método se basa en la respuesta geoelectrica del suelo, la cual es susceptible a variaciones debido a las condiciones del mismo.

6.1.1.1 Tomografía 1. Se encuentra localizada en la parte norte del casco urbano de Vélez (Ver figura 33), parte alta de los barrios Los Cerezos y Esperanza. Con una longitud de perfil tomográfico de 440 metro.

Figura 34. Imagen de resistividad tomografía 1.

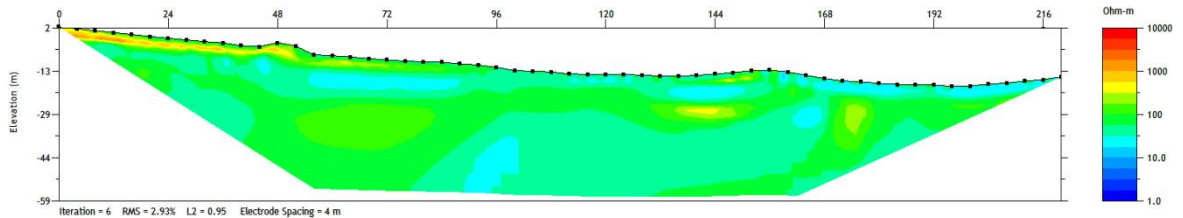


- Se puede observar entre 192 m a la 368 m presencia de suelo coluvial inactivo.
- Predominancia de materiales con resistividades entre los 50 y 200 Ω -m desde la parte alta de la montaña hasta la zona profunda de la medición. Probablemente debido a fisuración de la roca.
- Concentraciones de resistividades bajas (5 a 30 Ω -m) bien marcadas entre los electrodos 64 m al 144 m y 240 m al 384 m. Potenciales concentraciones de agua o material arcilloso húmedos a saturados.
- La presencia de resistividades entre los 20 a 30 Ω -m en la superficie entre los electrodos 352m a 400m coincide con el terreno húmedo visto en campo en la zona aledaña a la quebrada (electrodo 368m).
- Se aprecian materiales de resistividad 300 hasta 10000 Ω -m en la primera mitad del alineamiento. Posibles zonas de roca inalterada seca.

6.1.1.2 Tomografía 2

La tomografía 2 se encuentra localizada en la parte norte del casco urbano de Vélez (Ver figura 33), parte alta de los barrios Los Cerezos y La Feria, y una longitud de perfil tomografía de 220 metros.

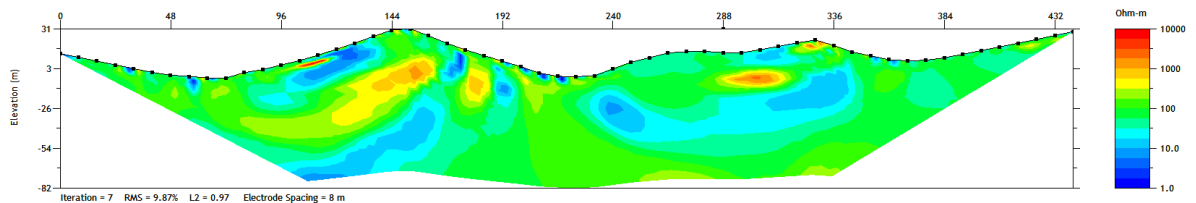
Figura 35. Tomografía 2



Predominancia de materiales con resistividades entre los 30 y 150 Ω -m, sin variaciones bruscas de resistividad correspondiente a material de limolitas carbonáceas con tamaño de grano lodo en estado húmedo. Las zonas de baja resistividad (20-30 Ω -m) en la superficie coinciden con los flujos superficiales y zonas pantanosas apreciados en campo. Se observa una zona de resistividad entre los 30 y 50 Ω -m a 10m de profundidad en el área central de la imagen y a lo largo de la zona subsuperficial del alineamiento. Material bastante húmedo. Las pequeñas manchas de resistividad entre 300 y 500 Ω -m bajo el electrodo 144 m se estima, corresponden a fragmentos o bloques de roca.

6.1.1.3 Tomografía 3. Se encuentra localizada en la parte norte del casco urbano de Vélez (Ver figura 33), parte alta del barrio Los Cerezos y la Esperanza. Con una longitud de perfil tomográfico de 440 metros.

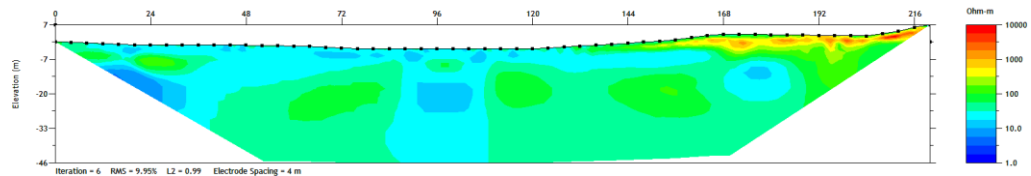
Figura 36. Imagen de resistividad tomografía 3.



Predominancia de materiales con resistividades entre los 30 y 200 Ω -m, correspondiente a rocas limolitas carbonáceas con tamaño de grano lodo en estado húmedo y algo fracturado. En la primera mitad del alineamiento predominan materiales entre los 100 y 200 Ω -m y resistividades entre los 30 y 100 Ω -m en la segunda mitad del alineamiento, *terreno bastante húmedo, según lo observado en campo*, sin embargo se observan zonas de resistividades algo bajas (5-20 Ω -m) entre los abscisa 104 m a 136 m en la parte superficial y en zonas profundas bajo los abscisa 240 m y 336m, las cuales posiblemente corresponden a materiales saturados o concentraciones de agua subterránea.

6.1.1.4 Tomografía 4. Se encuentra localizada en el Coliseo Vélez casco urbano de Vélez (Ver figura 33), parte central del barrio La Feria. Con una longitud de perfil tomográfico de 220 metros.

Figura 37. Imagen de resistividad tomografía 4.

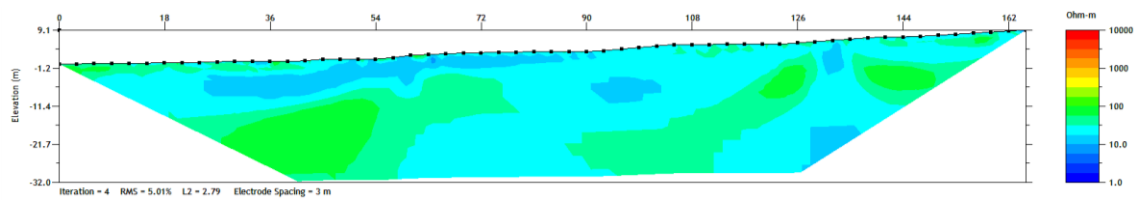


- Se destacan 3 zonas de resistividades bajas: entre los 10 y 30 Ω -m, una bajo la abscisa 16m, otra bajo la abscisa 100 m y una más, bajo la abscisa 180m. Éstas coinciden según los lugareños, con la ubicación de los cauces que fueron rellenados para la construcción del coliseo de ferias. Las zonas intermedias tienen resistividad entre los 50 y 100 Ω -m.
- El área entre las abscisas 12 m y 132 m presenta resistividades entre los 10 y 30 Ω -m, se presume que estos valores en la superficie se deben a la saturación por lluvia de la noche anterior a la medición. El material en esa zona corresponde al relleno de grava que conforma al suelo del coliseo.
- Los valores de alta resistividad (hasta 5000 Ω -m bajo las abscisas 212m a 216m electrodo se estima, se deben a materiales propios del relleno; los demás valores

de alta resistividad (500 a 3000 Ω -m) en la superficie desde la abscisa 160m hasta el final del alineamiento, corresponden a rocas meteorizadas secas.

6.1.1.5 Tomografía 5. Se encuentra localizada frente a la entrada del cementerio en el costado norte del casco urbano de Vélez (Ver figura 33), en el barrio San Luis. Con una longitud de perfil tomográfico de 165 metro.

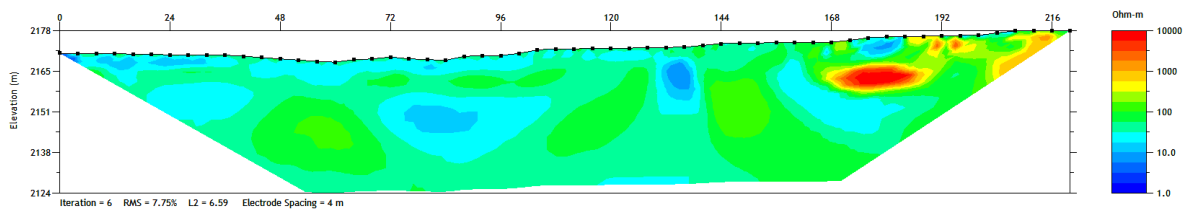
Figura 38. Imagen de resistividad Tomografía 9.



Predominancia de materiales con resistividades entre los 10 y 30 Ω -m, correspondiente a rocas limolitas calcáreas con tamaño de grano lodo en estado húmedo y muy fracturado, y materiales suelos finos, limo arcillosos húmedos a saturados sobre todo entre la abscisa 20 a la 90 superficialmente.

6.1.1.6 Tomografía 6. Se encuentra localizada en el costado oriental de la carrera 5 entre calles 12 y la cárcel en el barrio la feria (Ver figura 33). Con una longitud de perfil tomográfico de 220 metros.

Figura 39. Imagen de resistividad tomografía 6.

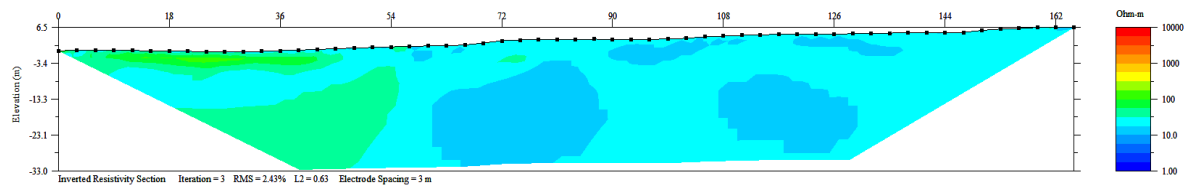


Predominancia de materiales con resistividades entre los 10 y 100 Ω -m, correspondiente a rocas limolitas calcáreas con tamaño de grano lodo en estado húmedo y muy fracturado. Presencia de resistividades bajas (10 a 30 Ω -m) profundas entre las abscisas

24 m a 48 m, 120 m a 136 m y en la abscisa 160 m, muestran continuidad con las tres manchas de baja resistividad encontradas en la Tomografía 7.

6.1.1.7 Tomografía 7. Se encuentra localizada junto a la cárcel municipal en la parte norte del casco urbano de Vélez (Ver figura 33), en el barrio La Feria. Con una longitud de perfil tomográfico de 165 metros.

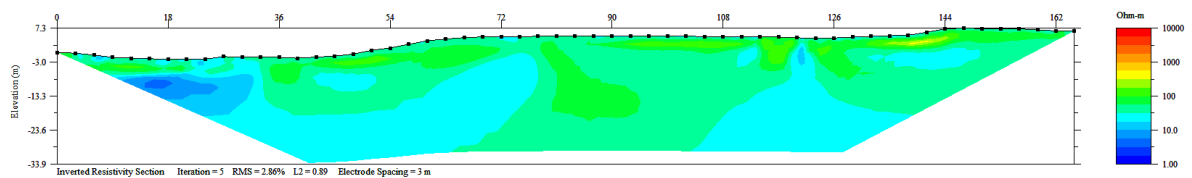
Figura 40. Imagen de resistividad tomografía 7.



Predominancia de materiales con resistividades entre los 10 y 100 Ω -m, correspondiente a rocas limolitas calcáreas con tamaño de grano lodo en estado húmedo y muy fracturado. La concentración de baja resistividad (10 a 20 Ω -m) entre las abscisas 54 a 90 m corresponde a filtraciones del pozo de inspección del alcantarillado localizado en esa zona o a los drenajes que fueron canalizados y sobre los cuales se construyeron las viviendas del sector y la cárcel.

6.1.1.8 Tomografía 8. Se encuentra localizada aproximadamente 50 metros arriba de la carrera 6 entre calles 12 y 13 en el barrio La Esperanza (Ver figura 33). Con una longitud de perfil tomográfico de 165 metros.

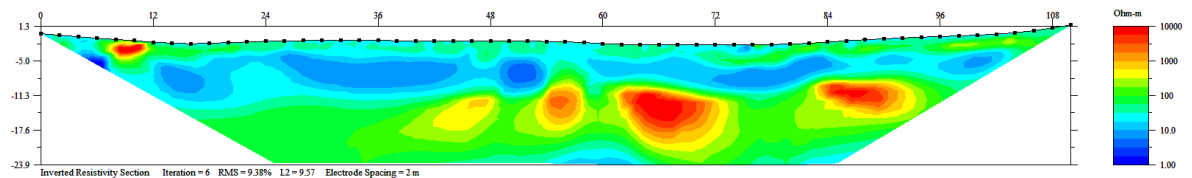
Figura 41. Imagen de resistividad tomografía 23



Predominancia de materiales con resistividades entre los 10 y 100 Ω -m, correspondiente a rocas limolitas calcáreas con tamaño de grano lodo en estado húmedo y muy fracturado. Se aprecia una concentración de baja resistividad al inicio del alineamiento, se estima corresponde a filtraciones por la presencia de un tanque de almacenamiento de agua ubicado en esa zona.

6.1.1.9 Tomografía 9. Se encuentra localizada en la parte alta del Barrio Kennedy (antigua pista de Karts) costado occidental del municipio de Vélez (Ver figura 33). Con una longitud de perfil tomográfico de 165 metros.

Figura 42. Tomografía 9.



Predominancia de materiales con resistividades entre los 10 y 100 Ω -m, correspondiente a rocas limolitas calcáreas con tamaño de grano lodo en estado húmedo y muy fracturado. La zona entre los 0 y 10 m de profundidad es bastante húmeda debido al mal drenaje del terreno. Se aprecian algunas concentraciones de alta resistividad (hasta 10000 Ω -m), se estima pueden coincidir con concreciones calcáreas secas que se observan en los afloramientos rocosos en toda la formación Paja.

6.1.2 Exploración por métodos directos. Con base en la información proporcionada por las tomografías, análisis geológico, geomorfológico y viviendas afectadas, se determinan los sitios de interés para la realización de la exploración geotécnica directamente en el terreno, mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc.

La profundidad de exploración en cada uno de los sondeos o perforaciones dependió del interés particular de cada sitio. Sin embargo, desde el punto de vista geológico, se considera suficiente con determinar el nivel de afloramiento de la roca, penetrando en ella solo algunos metros, 3 a 5 dependiendo de su condición de meteorización y resistencia. Para efectos de determinación de niveles o profundidades de zonas de flujo, se tomó como máxima profundidad de perforación de 20 metros.

Para la caracterización geotécnica del proyecto, se realizó 14 sondeos equivalentes a 180 metros lineales de sondeos (Ver anexo 4), Plano de exploración geotécnica), distribuidos en exploraciones con profundidades variables entre 8 y 20 metros aproximadamente, empleando equipo de perforación a rotación con broca diamantada tamaño NQ con toma de muestras alteradas y toma-muestras de doble barril, realizando ensayos de penetración estándar (SPT) cada 50 centímetros (Normas ASTM D1586). La profundidad de las exploraciones geotécnicas propuestas varió dependiendo los niveles a los cuales se presenta afloramiento de rocas. En las perforaciones realizadas fueron instalados tuberías de PVC para la realización de ensayos de tipo *Slug-Test* para el cálculo de permeabilidad en situ.

Los ensayos de penetración estándar propuestos se realizaron utilizando la norma ASTM D 1586, equivalente a la norma I.N.V.E. 111, el equipo a utilizar presenta las siguientes especificaciones:

- Peso del martillo: 140 libras
- Altura de caída: 76 centímetros
- Penetración: 3 intervalos de 15 centímetros cada uno (6")
- N de diseño: Sumatoria de los golpes de los últimos 30 centímetros (12")
- Diámetro exterior del tubo: 50.8 mm.
- Diámetro interior del muestreador en la punta: 34.93 mm
- Longitud del tubo: 75 centímetros.
- Sistema de hincado: Malacate y polea.
- Equipo a roto-percusión.
- Rechazo: Más de 50 golpes para 15 centímetros (6").

A continuación Tabla 4, se presenta resumen de la localización de los ensayos y la profundidad de cada uno de ellos:

Tabla 4. Localización de sondeos.

N° SONDEO	PROFUNDIDAD (M)	COORDENADAS		EQUIPO
		NORTE	ESTE	
4	10	1,157,088	1,045,061	Roto-percusión
5	10	1,157,083	1,045,002	Roto-percusión
6	10	1,157,131	1,044,970	Roto-percusión
7	10	1,157,251	1,045,030	Roto-percusión
8	20	1,157,297	1,045,075	Roto-percusión
9	10	1,157,629	1,045,999	Roto-percusión
10	20	1,157,411	1,044,996	Roto-percusión
11	10	1,157,307	1,044,939	Roto-percusión
12	10	1,157,186	1,044,731	Roto-percusión
13	10	1,156,999	1,044,693	Roto-percusión
15	10	1,157,312	1,044,800	Roto-percusión
16	20	1,157,385	1,044,778	Roto-percusión
17	10	1,157,208	1,044,601	Roto-percusión
19	20	1,157,166	1,044,870	Roto-percusión

Figura 43. Vista general de sondeos.



Figura 44. Vista general de muestras obtenidas en sondeos.



La investigación geotécnica involucra además una exploración directa por sectores mediante apiques o trincheras, las cuales fueron realizadas a una profundidad entre 0.8 a 2.0 metros. En los sectores donde se requirió la toma de muestras inalteradas en las trincheras o apiques, se tomaron en tubos de PVC de 4.0 pulgadas, recubiertos en parafina para que la muestra se encuentre herméticamente cerrada y no se alteren sus condiciones; fueron debidamente referenciadas. A continuación se presenta en la Tabla 5, resumen de coordenadas aproximadas donde se realizaron la toma de muestras (ver Anexo 4):

Tabla 5. Localización de apiques.

APIQUE	NORTE	ESTE
3	1,156,898	1,045,211
4	1,157,069	1,044,893
5	1,157,108	1,045,043
6	1,157,209	1,045,041
7	1,157,259	1,045,101
8	1,157,411	1,044,996
9	1,157,561	1,044,989
10	1,157,417	1,044,909
11	1,157,179	1,044,902
12	1,157,194	1,044,828
13	1,157,426	1,044,731
14	1,157,211	1,044,718
15	1,157,337	1,044,663
16	1,157,185	1,044,718

Figura 45. Vista general de apiques.



6.1.3 Ensayos de laboratorio: Las muestras obtenidas en la exploración geotécnica fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Industrial de Santander y de Ingeniería y Suelos S.A.S. para su caracterización física y geomecánica. Esta caracterización en laboratorio se enfoca en la obtención de parámetros geotécnicos de suelos y rocas de tipo cuantitativo. Principalmente se pretende determinar aquellos parámetros necesarios para los posteriores análisis computacionales y estadísticos (propiedades índices y mecánicas). Para el caso de los parámetros geotécnicos se realizaron los siguientes ensayos: granulometría, límites de Atterberg, humedad, cortes directos, compresiones simples, pesos unitarios y consolidaciones.

En la Tabla 6 se informa lo referente a las normas que se siguieron para los ensayos de laboratorio.

Tabla 6. Normas para la realización de ensayos de laboratorio.

ENSAYO	NORMAS
Análisis granulométrico por tamizado.	ASTM D422-63 – AASHTO T88 I.N.V.E. 123
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado.	ASTM D 2216 I.N.V.E. 122
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los	ASTM D 4318 – AASHTO T 89-90 I.N.V.E. 126
Clasificación de suelos.	ASTM D 2487
Resistencia al Corte Directo saturado no drenado.	ASTM D 3080 – AASHTO T 236 I.N.V.E. 154
Peso unitario	ASTM D2937-71
Compresión inconfiada en muestras de suelos.	ASTM D 2166 – NLT 202 AASHTO T 208 I.N.V.E. 152

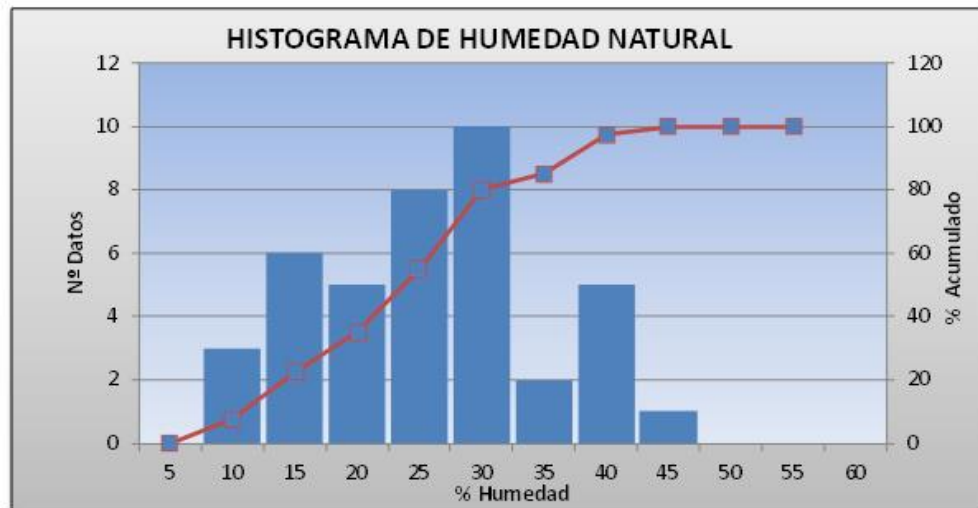
A continuación, Tabla 7, se presenta el resumen de los ensayos realizados de clasificación de suelos, a cada una de las muestras obtenidas en la exploración geotécnica.

Tabla 7. Resumen de ensayos de caracterización sondeos

Sondeo	Prof. (m)	W%	% Finos	% Arenas	% Gravas	% L.L.	% L.P.	% I. P.	Clasificación S.U.C.S.
4	1.5	27.19	74.5	19.4	6.0	44.7	29.4	15.3	ML
4	3.0	41.37	82.3	16.7	1.0	53.4	34.3	19.1	MH
4	4.0	35.37	89.5	7.5	3.1	47.1	31.1	16.0	ML
4	4.8	28.14	75.1	13.2	11.7	47.9	26.7	21.2	CL
5	1.5	23.30	81.6	8.5	9.9	42.7	25.0	17.7	CL
5	3.0	20.27	89.3	6.6	4.1	56.4	29.0	27.4	CH
5	6.5	22.92	74.7	10.4	14.8	43.1	27.2	15.9	ML
5	8.0	21.04	74.4	16.4	9.2	47.8	27.2	20.6	CL
5	9.0	25.37	92.8	4.8	2.4	51.9	30.2	21.7	MH
6	2.0	30.12	82.1	17.2	0.8	47.5	31.3	16.1	ML
6	4.0	26.46	73.8	22.9	3.3	37.4	26.2	11.2	ML
6	5.0	21.07	71.2	20.8	8.0	43.0	29.0	14.0	ML
7	4.0	26.64	72.3	21.6	6.1	45.3	31.1	14.2	ML
7	5.5	30.38	90.9	9.0	0.1	44.6	26.4	18.1	CL
7	7.0	31.23	96.2	3.8	0.0	51.2	29.1	22.1	MH
7	8.5	20.72	66.5	30.9	2.6	34.3	22.5	11.8	CL
8	2.0	42.95	95.1	4.4	0.4	45.2	29.9	15.3	ML
8	4.0	28.06	91.1	7.9	1.0	47.0	25.9	21.1	CL
8	5.5	32.92	96.4	3.4	0.2	54.5	29.3	25.2	CH
8	7.0	16.99	64.1	26.0	9.8	42.5	23.6	18.9	CL
8	8.0	12.60	79.2	20.0	0.8	33.8	21.6	12.2	CL
11	1.5	12.86	68.4	26.6	5.0	35.8	26.9	8.9	ML
11	3.0	14.30	86.2	13.4	0.4	37.7	27.9	9.8	ML
11	4.0	13.99	71.6	27.0	1.4	33.1	27.1	6.0	ML
11	5.0	15.86	26.0	33.0	41.1	30.1	23.1	7.0	GM
12	1.0	17.28	75.8	16.6	7.6	35.2	27.2	8.1	ML
12	2.0	14.70	85.9	14.1	0.0	37.2	25.1	12.0	ML
13	2.0	28.26	68.5	23.6	7.9	36.6	23.7	12.9	CL
13	4.0	31.14	84.1	14.1	1.8	49.5	27.7	21.8	CL
13	6.0	29.74	76.0	8.4	15.5	50.4	28.3	22.2	MH
13	8.0	44.29	85.3	13.0	1.7	47.2	29.3	17.9	ML
13	10.0	42.26	89.1	9.2	1.7	52.2	29.0	23.2	MH
15	2.0	38.93	96.5	2.9	0.6	50.8	31.5	19.4	MH
15	3.5	29.87	88.0	8.9	3.1	42.8	28.8	13.9	ML
15	5.0	33.38	90.0	8.2	1.8	32.8	30.2	2.6	ML
16	2.0	27.35	53.2	36.8	10.0	38.9	30.4	8.5	ML
16	3.0	24.72	71.7	27.4	0.9	43.1	32.8	10.3	ML
16	5.0	9.61	53.8	40.2	6.1	33.1	25.3	7.9	ML
17	2.0	40.61	65.80	22.6	11.7	44.9	34.9	10.0	ML
17	4.0	27.07	85.8	12.8	1.4	41.7	27.0	14.6	ML

Ensayo de humedad. Consiste en la determinación en condiciones de laboratorio, del contenido de agua (humedad) de suelo expresado en peso. El contenido de agua del material se define según la norma ASTM D 2216 e INV E-122.

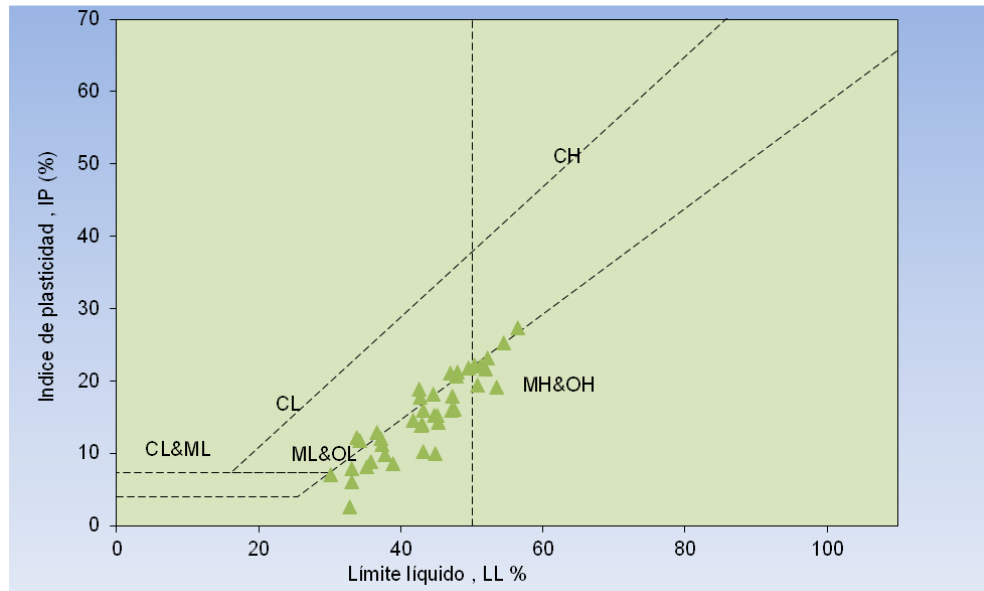
Figura 46. Histograma de humedad.



Los datos de humedad obtenidos, arrojaron humedades que oscilan entre el 5 y 45%, siendo más frecuentes los valores entre a 15 y 30% (Figura 46).

Límites de Atterberg. Una vez obtenidos los datos de la fracción fina en los suelos, se generó la carta de plasticidad de la Figura 46, en la que se puede observar que la mayoría de los suelos corresponden a limos y arcillas de baja a media-alta plasticidad, con límite líquido entre 28 y 60%, límite plástico entre 17 y 42% e índice de plasticidad entre 2 y 32%.

Figura 47. Carta de plasticidad.



Ensayos de corte directo: Para la elaboración de modelos o análisis de estabilidad, se requiere del conocimiento de la resistencia al corte de suelo. El análisis debe asegurar, que los esfuerzos solicitantes sean menores que la resistencia de terreno, con un margen adecuado, de modo que se garantice la estabilidad de la sector.

Por medio de la relación entre el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal dados por el ensayo, se determina los parámetros ángulo de fricción interna y cohesión para la condición saturada y no drenada, que fueron de mucha utilidad en la verificación de la capacidad portante de los suelos. Las muestras se llevaron a falla para obtención de parámetros de resistencia pico y residual. Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados ensayos de Corte Directo.

APIQUE	Prof. (m)	FRICCION (°)	COHESION (KN/M2)	FRICCION RESIDUAL (°)	COHESION RESIDUAL (KN/M2)
Nº					
4	1	16.20	37.75	9.60	29.57
5	1	27.00	37.39	18.30	33.57
6	1	16.80	41.50	10.20	31.60
7	1	17.90	55.00	10.20	38.60
8	1	18.60	34.63	12.40	30.60
9	1	29.8	50.30	21.80	46.66
10	1	20.20	47.07	17.20	40.04
11	1	17.90	21.60	15.10	15.18
12	1	16.50	47.30	13.00	33.10
14	1	24.60	46.60	19.80	39.50
15	1	20.20	23.40	19.30	13.40
16	1	21.00	48.04	15.60	31.40

Ensayo de presión de expansión. El término suelo expansivo indica no sólo la tendencia a aumentar el volumen por absorción de agua, sino también a presentar retracción o contracción al secarse. Es conveniente distinguir entre el potencial de expansión del suelo y la expansión real que puede tenerse en un caso determinado, el cual depende de la magnitud de su variación en el contenido de agua. Cuando el hinchamiento del material es impedido por cargas de confinamiento, el resultado es una presión que el suelo ejerce hacia arriba, que puede ser del orden de varios kg/cm². El entumecimiento de una arcilla produce no solo empujes verticales sobre una estructura cimentada, sino también en sentido horizontal; tales fuerzas ocasionan daños en muros y pisos de edificaciones así como en tuberías enterradas.

Figura 48. Vista general de ensayos de presión de expansión



El ensayo de presión de expansión se realiza en el llamado Aparato de Lambe (Figura 48). Los parámetros a tenerse en cuenta fueron la carga del anillo, el esfuerzo normal en Kg/m^2 y el área. La carga se determinó a partir del diámetro de los anillos y el esfuerzo normal con los pesos de los mismos. Se tomaron las lecturas respectivas para cada muestra de suelo de la presión de expansión (Mpa) que iba ejerciendo cada una en un determinado periodo de tiempo; para el caso particular de los suelos de Vélez, se consideraron tres días con lecturas cada 6 horas. Los datos se integraron para dar como resultado la presión de expansión total, cuyos resultados se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados ensayos de presión de expansión.

APIQUE	PRESION DE EXPANSION (Mpa)
3	0.096
11	0.068
16	0.056

Estas presiones de expansión se consideran bajas cuando se comparan con valores que presentan suelos con características de expansión medias y altas.

Ensayo de compresión simple en muestras de roca: El ensayo de compresión simple o compresión uniaxial, permite obtener un valor de la carga última del suelo o de la roca ensayada, que puede utilizarse en el modelamiento (Figura 49).

Figura 49. Vista general de los ensayos de compresión simple.



De las curvas de esfuerzo deformaciones obtenidas en el ensayo para las muestras de roca se obtienen los valores de resistencia a la compresión no confinada (q_u) y es posible obtener el módulo de elasticidad del material. A continuación, en la tabla 10, se presenta un resumen de resultados de resistencia a la compresión de 6 muestras representativas de roca del casco urbano del municipio de Vélez:

Tabla 10. Resultados ensayos compresión simple.

SONDEO	PROFUNDIDAD m	q_u Mpa
4	8.5	6.1797
16	15.0	6.3460
17	10.0	6.4730

6.1.4 Clasificación geomecánica:

1.1.1.1 Perfil de meteorización: Los materiales presentes en el municipio de Vélez, corresponden a limolitas calcáreas, las cuales superficialmente han afrontado procesos de alteración por la acción de los agentes climáticos típicos de una región tropical húmeda como en la zona de estudio. Dicha meteorización afecta el macizo rocoso, definiendo horizontes o niveles homogéneos en cuanto a sus características geológicas, los cuales están íntimamente ligados a sus propiedades geotécnicas. Para efectos descriptivos de tales horizontes se ha usado la clasificación de Deere y Patton (1971), con algunas modificaciones, que debe ser entendida de base a techo así:

Roca poco meteorizada: Es una roca dura, de alta resistencia a la compresión, y variable resistencia al corte. En las perforaciones rotatorias la recuperación de los núcleos siempre supera el 60%. Es un nivel de roca adecuado para la cimentación de cualquier estructura.

Roca meteorizada: Roca alterada, con alta variabilidad en su resistencia, encontrándose desde núcleos sanos hasta zonas débiles, incluyendo la presencia de suelo entre las fracturas en una proporción entre el 10% y el 50%. El espesor de este estrato es variable, desde nulo, a centímetros en los sectores de quebradas y hasta unos 10 m aproximadamente en los sectores de ladera.

Transición Suelo residual - Roca: Por encima de la roca meteorizada se presenta el horizonte de transición de la roca al suelo residual, caracterizado por la presencia de fragmentos rocosos angulosos envueltos por suelos de fina granulometría. La fracción rocosa presenta diferentes estados de alteración y su proporción en volumen es menor al 50%. El espesor es variable, desde algunos centímetros, hasta más de 10 m en las topografías moderadas. Este material es en general suelto, plástico, cohesivo y fácilmente removible.

Suelo residual: corresponde a suelos limo arcillosos o arcillo limosos homogéneo, que se presenta cuando el proceso de meteorización es muy avanzado y el suelo no conserva la textura de la roca original. Este tipo de suelos se presenta en la mayor parte del casco urbano y siendo de mayor espesor en condiciones de baja pendiente y poco escurrimiento superficial.

1.1.1.2 Caracterización de estratos del suelo: Para definir el comportamiento geomecánico de los estratos de suelo presentes en la zona en estudio, se definió la siguiente metodología de trabajo enfocada al análisis de la información existente y la interpretación de las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio realizados. El procedimiento particular de estimación de parámetros utilizado fue el siguiente:

- Evaluación de la exploración. Se analizó la información obtenida de perforaciones, apiques y trincheras, identificándose en cada caso, el tipo de material y sus características físicas básicas.
- Análisis de ensayos de laboratorio. Se evaluaron los resultados de laboratorio de las muestras sacadas, las cuales se clasificaron de acuerdo a la información obtenida en la etapa anterior; se complementaron las características de cada tipo de material con los resultados de ensayos de campo tales como el SPT, mediante el procesamiento de los mismos.
- Evaluación de límites de comportamiento mecánico de materiales. A partir de la información recopilada se establecieron los límites de los parámetros constitutivos del material; se buscó que dichos límites se encontraran, de acuerdo con la experiencia, en los rangos de variación para cada tipo de material en particular, de tal forma que fuera mínima la probabilidad de que el terreno presentara propiedades intrínsecas inferiores o superiores a los límites establecidos.
- Determinación de secciones críticas de análisis y perfiles estratigráficos. En cada uno de los sitios en evaluación se identificaron las secciones de análisis, a las cuales se les determinó el límite de los horizontes de meteorización, es decir, se definió el modelo geológico -geotécnico para cada uno de los sitios de interés.

1.1.1.3 Caracterización del macizo rocoso: Aplicando la metodología de Deere & Patton y evaluando la información recolectada en los procesos de exploración, se procede a realizar la clasificación geomecánica del macizo. Se partió de parámetros tales como el Recobro y el RQD (Rock Quality Designation) y se calcularon los parámetros de clasificación tales como el GSI (Geological Strength Index), donde la resistencia a la compresión confinada, el factor m_i (Hoek, 2002) y el módulo de elasticidad, se definieron con base en la estratigrafía y los ensayos de laboratorio.

El GSI se basa en observaciones cuidadosas del macizo rocoso y por consiguiente, es esencialmente cualitativa. Este índice incorpora la estructura del mismo y las

características geo-mecánicas de las discontinuidades existentes en él y se obtiene a partir de un examen visual del macizo rocoso en afloramiento y sondeos. El GSI es la combinación de dos aspectos fundamentales del comportamiento del macizo rocoso, su fracturación, o sea, el tamaño y la forma de los bloques y la resistencia al corte de las discontinuidades. Para estimarlo se toma como base la tabla recomendada por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (International Society of Rock Mechanics ISRM) y lo propuesto por Hoek y Marinos, 2000, quienes determinan el GSI a partir del espaciamiento de las discontinuidades, según la Figura 50.

Figura 50. Índice de resistencia geológica GSI, para macizos rocosos fracturados (Hoek y Marinos, 2000)

ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO	CONDICIONES DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES				
	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
	CALIDAD DECRECIENTE DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES →				
INTACTO O MASIVO Muestras intactas de roca o macizos rocosos masivos con pocas discontinuidades muy espaciadas.	90			N/A	N/A
FORMADO POR BLOQUES Macizo rocoso consistente en bloques cúbicos delimitados por tres familias de discontinuidades, con los bloques bien encajados.	80				
FORMADO POR MUCHOS BLOQUES Macizo rocoso formado por bloques angulares de muchas caras delimitados por cuatro o más familias de discontinuidades. Los bloques están encajados pero sólo parcialmente.		70			
FORMADO POR MUCHOS BLOQUES, DISTORSIONADO Y BANDEADO Plegado con muchos bloques angulares formados por la intersección de muchas familias de discontinuidades. Planos de estratificación o de esquistosidad persistentes.		60			
DESINTEGRADO Macizo rocoso muy fracturado con una mezcla de bloques angulares y redondeados débilmente encajados.			50		
LAMINADO Y CIZALLADO Debido a la existencia de numerosos planos débiles muy próximos de esquistosidad o de cizalla, no existen bloques.			40		
			30		
				20	
					10
	N/A	N/A			

ENCAJE DECRECIENTE ENTRE LOS TROZOS DE ROCA ↓

Fuente: Hoek y Marinos, 2000.

Para estimar el valor m_i de la roca (Hoek, Carranza y Corkum, 2002), se contó con el valor medio obtenido de los ensayos de compresión simple y de la literatura técnica; se tomó un valor teórico para roca tipo Shale, correspondiente a 6 ± 2 .

Los valores de módulos de deformación en roca intacta, fueron tomados de los ensayos realizados sobre los núcleos de roca, tanto de compresión simple como lo observado en la literatura.

1.2 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La zonificación geotécnica consistió en la delimitación de materiales homogéneos que presenten un comportamiento geomecánico relativamente idéntico y permitan delimitar sectores de estabilidad y deformabilidad de similar comportamiento.

Para la realización de la zonificación geotécnica se analiza las propiedades geológicas de mayor relación con las propiedades geotecnias como son la litología y composición mineralógica, las cuales están relacionadas directamente con la densidad y la plasticidad de los suelos. En cuanto a los macizos rocosos, se analizaron propiedades tales como persistencia, espaciamento, rugosidad y tipo de discontinuidad presente, con el fin de identificar el grado de fracturación y el grado de meteorización.

Para establecer características litológicas, origen y características geológicas de los materiales, se realiza la fotointerpretación y ensayos de campo mediante sondeos por rotación con realización de ensayos SPT y apiques. La descripción visual de las muestras de roca incluyó factores como color, textura, alteración y en suelos, factores como tamaño del grano, materia orgánica, plasticidad, tipo de depósito, color, consistencia entre otros. El posterior análisis de muestras en laboratorio permitió su clasificación y caracterización geomecánica.

Dado que la presencia de agua en los materiales afecta sus propiedades y su comportamiento mecánico fue por lo tanto, un aspecto indispensable en la sectorización geotécnica. Además de los cambios en las condiciones de los materiales y la variación en sus propiedades geotécnicas, los cuerpos de agua superficial y subterránea dan lugar a procesos de meteorización física y química que provocan cambios en el relieve y movimientos del terreno tales como deslizamientos, hundimientos o subsidencias. A su vez, los flujos de agua naturales pueden ser afectados por las obras de ingeniería,

estructuras hidráulicas, explanaciones, edificaciones, deforestaciones y por los movimientos del terreno. Entre los aspectos tenidos en cuenta para la realización del mapa geotécnico, se incluyeron los niveles piezométricos o niveles freáticos, profundidad y fluctuación de estos niveles, permeabilidad, entre otros.

Los aspectos geomorfológicos y la interpretación de la topografía fueron de gran importancia en lo referente a la caracterización física del territorio y aportaron información sobre procesos de inestabilidad y zonas inestables.

1.2.1 Zona geotécnica SS1:

1.2.1.1 Localización.

La zona geotécnica SS1 está localizada Junto a la Plaza de Toros en el barrio la Feria al costado norte del municipio de Vélez.

1.2.1.2 Características geotécnicas.

La unidad superficial corresponde a suelo suelto compuesto por limos arcillosos, plásticos (límite líquido promedio de 44.0%, límite plástico 28%), saturados, poco resistentes, de color amarillo; se encuentra hasta una profundidad promedio de 4.5 metros, con valores de penetración estándar menores de 10 golpes/pies y no aptos para la cimentación sobre este estrato. Seguidamente se encuentra suelo de origen residual compuesto por limos arcillosos o arcillas limosas de alta plasticidad, poco permeables, su espesor es de aproximadamente 1.5 metro y se encuentra hasta una profundidad aproximada de 6.0 metros; son algo resistentes, con valores de penetración estándar entre 10 y 30 golpes/pie y medianamente competente para la cimentación de estructuras; se soportan sobre rocas limolita calcáreas con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente. En la Tabla 11 se presenta el perfil típico de esta zona geotécnica.

Tabla 11. Perfil típico de zona geotécnica SS1.

PROFUNDIDAD (m)	Sondeo 19	PERFIL TIPICO
0.0 a 0.5	9	Suelos sueltos compuesto por limos arcillosos y arenas arcillosas, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, poco resistentes de color marrón con presencia de materia orgánica superficial
0.5 a 1.0	9	
1.0 a 1.5	10	
1.5 a 2.0	6	
2.0 a 2.5	6	
2.5 a 3.0	9	
3.0 a 3.5	11	
3.5 a 4.0	12	
4.0 a 4.5	8	
4.5 a 5.0	10	
5.0 a 5.5	26	Suelos residual compuesto por arcillas limosas, plásticos, poco permeables, saturados, resistentes de color marrón.
5.5 a 6.0	RT	
6.0 a 6.5	RT	
6.5 a 7.0	RT	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente.
7.0 a 7.5	RT	
7.5 a 8.0	RT	
8.0 a 8.5	RT	
8.5 a 9.0	RT	
9.0 a 9.5	RT	
9.5 a 10.0	RT	
10.0 a 20.0	RT	

1.2.1.3 Capacidad portante.

La Capacidad portante admisible del suelo es aquella que puede ser aplicada a una cimentación sin producir daño en la estructura soportada, teniendo además, un margen de seguridad. La carga admisible no depende únicamente del terreno, sino también de la cimentación, de las características de la estructura y del coeficiente de seguridad que se adopte en cada caso. Los valores de N seleccionados para el análisis corresponden al valor de N representativo del real comportamiento del suelo para cada estrato.

Teniendo en cuenta que los suelos superficiales de la ciudad de Vélez presentan contenidos de humedad altos y que se encuentran en condiciones altas de saturación, la capacidad de carga se evaluó, para todos los casos, utilizando la ecuación de Hansen (1970) para suelos finos en condición no drenada, mediante la expresión:

$$q_{ult} = 5.14C_u(1 + S'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + \bar{q}$$

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}, \quad d'_c = 0.4 \frac{D_f}{B}; \quad i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

En la cual

C_u es la cohesión no drenada del suelo

S'_c es factor de forma

d'_c es factor de profundidad

i'_c , b'_c y g'_c son factores de inclinación

La cohesión no drenada fue determinada mediante expresión de Stroud (1974) en función de los valores de penetración estándar de campo medios o promedios de cada uno de los suelos mediante la expresión:

$$C_u = 4.4 * N_f \quad (KN/m^2)$$

En la cual N_f es el valor de penetración estándar de campo.

En la tabla 12 se presenta capacidad de carga aproximada para cada una de las capas determinadas en los sondeos.

Tabla 12. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica SS1.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c_u	s'_c	d'_c	q_{ult}	FS	Qadm (Kn/m2)	Qadm (ton/m2)
INICIO	FIN									
0	Var 2 a 3.5	2.5	9	36.0	0.2	0.4	333.4	3.0	111.1	11.1
Var 2 a 3.5	Var 4.5 a 7.0	5.5	26	104.0	0.2	0.5	1001.8	3.0	333.9	33.4
Var 5.0 a 11.0	Mayor a 12m	9		150.0	0.2	0.5	1504.2	3.0	501.4	50.1

1.2.1.4 Problemas geotécnicos

La zona SS1 presenta los siguientes problemas geotécnicos:

Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden afrontar asentamientos que pueden inducir daños en las viviendas.

- Hundimientos y movimientos de tierra superficiales por saturación en épocas de lluvias.
- Agrietamiento por movimiento del terreno tipo reptación.
- Suelos de alta plasticidad.
- Niveles freáticos muy altos, algunas veces con niveles piezométricos por encima del nivel del terreno.
- Capacidades de soporte bajas a bajos niveles y en los sectores de materiales no consolidados.
- La humedad natural alta.

1.2.1.5 Observaciones Especiales

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo que se requieren.

1.2.2 Zona geotécnica SS2.

1.2.2.1 Localización.

La zona geotécnica SS2 presenta dos sectores: el primer sector se encuentra localizado al costado Nor-occidental del barrio San Luis y comprende el cementerio, la cancha de fútbol conocida como el Campin y las viviendas existentes al costado oriental de la carrera 4 entre la quebradas las Flores y la calle 13C. El segundo sector se encuentra localizado en la parte alta del barrio Kennedy.

1.2.2.2 Características geotécnicas.

Los suelos superficiales sueltos que corresponden a limos arcillosos o arcillas limosas de alta plasticidad (limite liquido promedio de 48.0%, limite plástico 31%), poco permeables; presentan generalmente cohesiones y humedades altas (humedad promedio 37.2%), su espesor varía entre 2 a 3.5 metros, poco resistentes con valores de penetración estándar menores de 10 golpes/pie y no aptos para la cimentación.

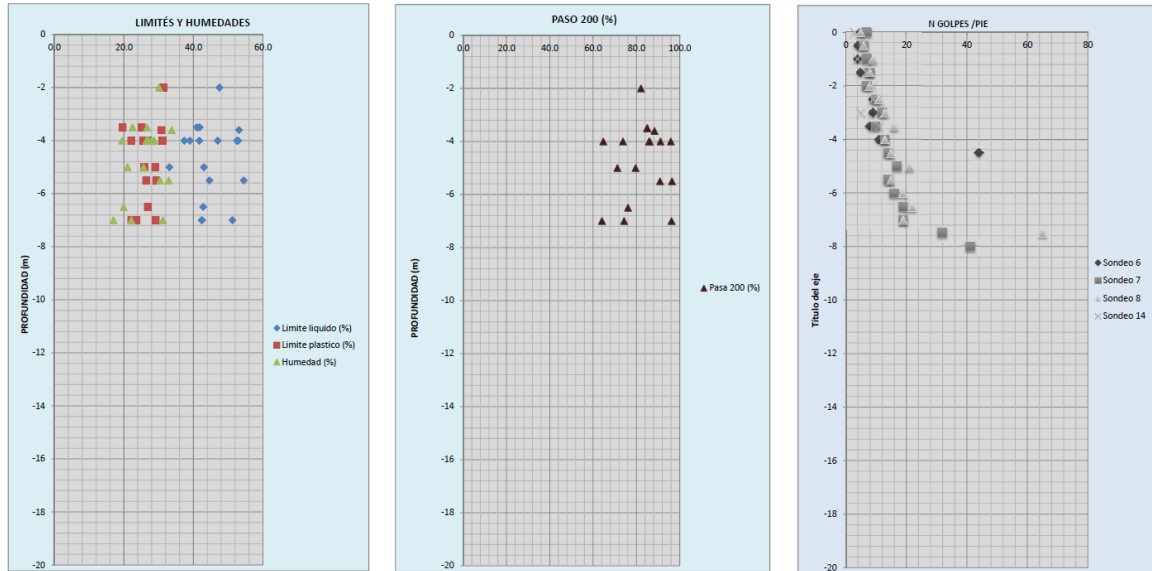
Seguidamente se encuentran suelos de origen residual compuestos por limos arcillosos o arcillas limosas de alta plasticidad (limite liquido promedio de 45.0%, limite plástico 23%), poco permeables; presentan generalmente cohesiones altas y humedades un poco menores que la capa superior (humedad promedio 26.2%), su profundidad varía de 4.0 a 7.5 metros; son algo resistentes con valores de penetración estándar entre 10 y 20 golpes/pie y medianamente competente para la cimentación de estructuras.

Debajo se encuentra un estrado de suelo residual competente para la cimentación de estructuras compuesto por limos arcillosos y arcillas limosas plásticas, poco permeables, resistentes, saturados, de color marrón los cuales se soportan sobre roca limolita calcárea con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente la cual aflora a una profundidad variable entre 5 y 10 metros. En la tabla 13 se presenta un resumen de los resultados de penetración estándar de campo y perfil típico y en la Figura 50 un resumen general de las propiedades obtenidas en los ensayos de laboratorio:

Tabla 13. Perfil típico de zona geotécnica SS2.

PROFUNDIDAD (m)	SONDEOS				N DISEÑO	PERFIL TIPICO
	6	7	8	14		
0.0 a 0.5	5	7	5	3	3	Suelos sueltos compuesto por limos arcillosos y arcillas limosas, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, poco resistentes de color marrón con presencia de materia orgánica superficial
0.5 a 1.0	4	6	6	6	6	
1.0 a 1.5	4	7	9	4	4	
1.5 a 2.0	5	8	8	7	7	
2.0 a 2.5	7	7	8	9	7	
2.5 a 3.0	9	10	11	9	9	
3.0 a 3.5	9	12	13	5	5	
3.5 a 4.0	8	10	16	11	10	Suelos residual compuesto por limos arcillosos y arcillas limosas, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, algo resistentes de color marrón.
4.0 a 4.5	11	13	13	RT	13	
4.5 a 5.0	44	14	15	RT	14	
5.0 a 5.5	RT	17	21	RT	17	
5.5 a 6.0	RT	14	15	RT	14	
6.0 a 6.5	RT	16	19	RT	16	
6.5 a 7.0	RT	19	22	RT	19	
7.0 a 7.5	RT	19	19	RT	19	Suelos residual compuesto por limos arcillosos y arcillas limosa, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, resistentes de color marrón.
7.5 a 8.0	RT	32	65	RT	32	
8.0 a 8.5	RT	41	RT	RT	41	
8.5 a 9.0	RT	RT	RT	RT	RT	
9.0 a 9.5	RT	RT	RT	RT	RT	
9.5 a 10.0	RT	RT	RT	RT	RT	
10.0 a 10.5			RT	RT	RT	
10.5 a 11.0			RT	RT	RT	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente.
11.0 a 11.5			RT	RT	RT	
11.5 a 12.0			RT	RT	RT	
12.0 a 12.5			RT	RT	RT	
12.5 a 13.0			RT	RT	RT	
13.0 a 13.5			RT	RT	RT	
13.5 a 20.0			RT	RT	RT	

Figura 51. Perfil geotécnico promedio, obtenido de la base geotécnica. Zona geotécnica SS2



1.2.2.3 Capacidad portante.

A continuación se presenta capacidad de carga aproximada para cada una de las capas determinada en los sondeos, con la metodología empleada en la numeral 6.2.1.3.

Tabla 14. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica SS2.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c_u	d'_c	q_{ult}	FS	Qadm (Kn/m ²)	Qadm (ton/m ²)
INICIO	FIN								
0	Var 2 a 3.5	1.5	4	15.4	0.3	146.0	3.0	48.7	4.9
Var 2 a 3.5	Var 4.5 a 7.0	4.5	13	50.5	0.5	512.2	3.0	170.7	17.1
Var 4.5 a 7.0	Var 5.0 a 11.0	7	28	113.3	0.5	1126.2	3.0	375.4	37.5
Var 5.0 a 11.0	Mayor a 12m	9		150.0	0.5	1504.2	3.0	501.4	50.1

1.2.2.4 Problemas geotécnicos

La zona SS2 presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden afrontar asentamientos que pueden inducir daños en las viviendas.

- Hundimientos y movimientos de tierra superficiales por saturación en épocas de lluvias.
- Agrietamiento por movimiento del terreno tipo reptación.
- Suelos de alta plasticidad.
- Niveles freáticos poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- La humedad natural alta.

1.2.2.5 Observaciones Especiales

Por el grave peligro en que se encuentran algunas viviendas actualmente, es urgente y prioritario establecer e implementar planes de contingencia que incluyan, entre otros aspectos, el inventario de edificaciones afectadas, la evaluación de daños, el monitoreo del avance del fenómeno especialmente en períodos invernales y alternativas para la reubicación de familias afectadas.

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

1.2.3 Zona geotécnica R1.

1.2.3.1 Localización.

La zona geotécnica R1 presenta dos sectores, uno localizado en la parte baja del barrio las Nieves y otro en la parte baja del barrio San Luis al costado sur de la quebrada las Flores.

1.2.3.2 Características geotécnicas

Los suelos superficiales corresponden a relleno blando compuesto por limos arcillosos o arcillas limosas; de alta plasticidad (limite liquido promedio de 42.0%, limite plástico 28%), poco permeables, presentando generalmente cohesiones y humedades altas (humedad promedio 23%), su espesor alcanza 2 metros de profundidad, poco resistentes con valores de penetración estándar menores de 6 golpes/pies y no aptos para la cimentación sobre este estrato.

Seguidamente se encontraron suelos de origen residual compuestos por limos arcillosos o arcillas limosas de alta plasticidad (limite liquido promedio de 49.0%, limite plástico 29%), poco permeables; presentan generalmente cohesiones alta y humedades un poco menor que la capa superior (humedad promedio 21%), su profundidad alcanza aproximadamente 7.5 metros, algo resistentes con valores de penetración estándar entre 18 y 43 golpes/pie y competente para la cimentación de estructuras.

Debajo se encontró afloramiento de Limolita arcillosa fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente. En la Tabla 15 se presenta un resumen de los resultados de penetración estándar de campo y perfil típico:

Tabla 15. Perfil típico de zona geotécnica R1.

PROFUNDIDAD (m)	SONDEOS	PERFIL TIPICO
	5	
0.0 a 0.5	3	Relleno compuesto por arcilla plástica y limos arcillosos, húmeda, poco permeable, poco resistente de color marrón con trozos de ladrillo y materia orgánica.
0.5 a 1.0	8	
1.0 a 1.5	8	
1.5 a 2.0	5	
2.0 a 2.5	35	Suelos residual compuesto por limos arcillosos y arcillas limosas, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, resistentes de color marrón.
2.5 a 3.0	24	
3.0 a 3.5	18	
3.5 a 4.0	22	
4.0 a 4.5	22	
4.5 a 5.0	23	
5.0 a 5.5	20	
5.5 a 6.0	21	
6.0 a 6.5	23	
6.5 a 7.0	25	
7.0 a 7.5	30	
7.5 a 8.0	43	
8.0 a 8.5	RT	
8.5 a 9.0	RT	Limolita arcillosa fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.
9.0 a 9.5	RT	
9.5 a 10.0	RT	

1.2.3.3 Capacidad portante.

A continuación se presenta capacidad de carga calcula por Hansen (1970), aproximada para cada una de las capas identificadas en los sondeos.

Tabla 16. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica R1.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c _u	s _c	d _c	q _{ult}	FS	Qadm (Kn/m ²)	Qadm (ton/m ²)
INICIO	FIN									
0	2	1.5	2	8.0	0.2	0.3	88.7	3.0	29.6	3.0
2	8.5	3.5	26	102.0	0.2	0.4	912.7	3.0	304.2	30.4
8.5	Mayor a 10m	8		150.0	0.2	0.5	1478.1	3.0	492.7	49.3

Problemas geotécnicos

La zona R1 presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Suelos de alta plasticidad.
- Heterogeneidad del perfil de suelo.
- En temporadas de lluvias los niveles freáticos pueden ser poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Humedad natural alta.

1.2.3.4 Observaciones Especiales

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

1.2.4 Zona geotécnica R2.

1.2.4.1 Localización.

La zona geotécnica R2 se presenta en un sector: ubicado en el sector de la parte baja del barrio San Luis costado oriental del sector R1. El tercer sector está ubicado en la parte oriental del barrio Santa Teresita.

1.2.4.2 Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a rellenos sueltos compuestos por limos arcillosos o arcillas limosas, de alta plasticidad, poco permeables, presentando generalmente cohesiones y humedades altas; su espesor es de aproximadamente 4.5 metros, poco resistentes con valores de penetración estándar menores de 10 golpes/pie y no aptos para la cimentación sobre este estrato, a continuación se encuentra afloramiento

de roca Limolita arcillosa fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente. En la Tabla 17 se presenta un resumen general de las propiedades obtenidas en los sondeos y ensayos de laboratorio.

Tabla 17. Perfil típico de zona geotécnica R2.

PROFUNDIDAD (m)	SONDEOS		N DISEÑO	PERFIL TIPICO
	1	4		
0.0 a 0.5	3	7	3	Relleno compuesto por arcilla plastica y limos arcillosos, húmeda, poco permeable, poco resistente de color marrón con trozos de ladrillo y materia organica.
0.5 a 1.0	2	6	2	
1.0 a 1.5	3	9	3	
1.5 a 2.0	6	10	6	
2.0 a 2.5	7	11	7	
2.5 a 3.0	11	10	10	
3.0 a 3.5	6	9	6	
3.5 a 4.0	11	12	11	
4.0 a 4.5	10	9	9	
4.5 a 5.0	53	RT	53	Limolita arcillosa fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.
5.0 a 5.5	RT	RT	RT	
5.5 a 6.0	RT	RT	RT	
6.0 a 6.5	RT	RT	RT	
6.5 a 7.0	RT	RT	RT	
7.0 a 7.5	RT	RT	RT	
7.5 a 8.0	RT	RT	RT	
8.0 a 8.5	RT	RT	RT	
8.5 a 9.0	RT	RT	RT	
9.0 a 9.5	RT	RT	RT	
10.0 a 20.0			RT	

1.2.4.3 Capacidad portante.

A continuación se presenta capacidad de carga calcula por Hansen (1970), para cada una de los horizontes identificados en los sondeos.

Tabla 18. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica 2R.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c_u	s'_c	d'_c	q_{ult}	FS	Qadm (Kn/m2)	Qadm (ton/m2)
INICIO	FIN									
0	4.5	2.5	6	25.3	0.2	0.4	247.9	3.0	82.6	8.3
4.5	Mayor a 10m	8		150.0	0.2	0.5	1478.1	3.0	492.7	49.3

1.2.4.4 Problemas geotécnicos

La zona R2 presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Suelos de alta plasticidad.
- Heterogeneidad del perfil de suelo.
- En temporadas de lluvias los niveles freáticos pueden ser poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Asentamientos por densificación en los eventos sísmicos.
- Humedad natural alta.

1.2.4.5 Observaciones Especiales

El bajo comportamiento geomecánico de los llenos sueltos, constituye un peligro evidente para las construcciones que, sobre ellos se apoyen. Cualquier edificación u obra civil que se ubique en estos llenos puede verse afectada en forma severa por los procesos geotécnicos ya citados, que pueden ser lentos y continuos, como asentamientos desfavorables, o eventos intempestivos como sismos por ejemplo, que pueden llevar al colapso de las estructuras.

Por el grave peligro en que se encuentran algunas viviendas actualmente, es urgente y prioritario establecer e implementar planes de contingencia que incluyan, entre otros aspectos, el inventario de edificaciones afectadas, la evaluación de daños, el monitoreo del avance del fenómeno, especialmente en períodos invernales y alternativas para la reubicación de familias afectadas.

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

1.2.5 Zona geotécnica RS.

1.2.5.1 Localización.

La zona geotécnica RS se presenta en dos sectores: el primero localizado en la parte baja del barrio La Esperanza. El segundo se encuentra en el sector donde actualmente funciona La Cárcel.

1.2.5.2 Características geotécnicas

La unidad superficial corresponde a los horizontes orgánicos del suelo, compuestos por limos arcillosos, plásticos, húmedos, poco resistentes de color marrón, hasta una profundidad variable entre 0.5 a 1.5 metros, con valores de penetración estándar menores de 10 golpes/pie y no aptos para la cimentación sobre este estrato.

Seguidamente se encuentran suelos de origen residual compuestos por limos arcillosos o arcillas limosas de alta plasticidad, poco permeables, resistentes hasta una profundidad variable entre 2.5 a 3.5 metros, con valores de penetración estándar entre 29 y 37 golpes/pies y competente para la cimentación de estructuras; se soportan sobre roca limolita calcárea con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente.

A continuación en la Tabla 19 se presenta un resumen general de las propiedades obtenidas en los sondeos:

Tabla 19. Perfil típico de zona geotécnica RS.

PROFUNDIDAD (m)	SONDEOS		N DISEÑO	PERFIL TIPICO
	15	16		
0.0 a 0.5	5	4	4	Suelo suelo compuesto por limos arcillosos, muy plásticos, húmedos a saturado, poco resistente de color marrón.
0.5 a 1.0	6	7	6	
1.0 a 1.5	6	10	6	
1.5 a 2.0	6	8	6	
2.0 a 2.5	7	11	7	
2.5 a 3.0	11	14	11	
3.0 a 3.5	15	26	15	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, resistente de color amarillo con negro
3.5 a 4.0	10	40	10	
4.0 a 4.5	11	29	11	
4.5 a 5.0	26	48	26	
5.0 a 5.5	RT	RT	RT	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada superficialmente de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.
5.5 a 6.0	RT	RT	RT	
6.0 a 6.5	RT	RT	RT	
6.5 a 7.0	RT	RT	RT	
7.0 a 7.5	RT	RT	RT	
7.5 a 8.0	RT	RT	RT	
8.0 a 8.5	RT	RT	RT	
8.5 a 9.0	RT	RT	RT	
9.0 a 9.5	RT	RT	RT	
9.5 a 10.0			RT	

1.2.5.3 Capacidad portante.

La capacidad de carga calculada por Hansen (1970), para cada una de las capas de suelos encontradas en los sondeos, se indica en la Tabla 20.

Tabla 20. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica RS.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c_u	s'_c	d'_c	q_{ult}	FS	Qadm (Kn/m2)	Qadm (ton/m2)
INICIO	FIN									
0	Var 0.5 a 1.5	1	7	26.7	0.2	0.2	209.9	3.0	70.0	7.0
Var 0.5 a 1.5	Var 2.5 a 3.5	3	33	133.3	0.2	0.4	1145.8	3.0	381.9	38.2
4.5	Mayor a 10m	5		150.0	0.2	0.5	1382.3	3.0	460.8	46.1

1.2.5.4 Problemas geotécnicos.

La zona RS no presenta problemas geotécnicos de gran magnitud, pero existen algunas limitaciones geotécnicas entre las cuales se indican las siguientes:

- En temporada de lluvias se pueden presentar niveles freáticos poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Suelos de alta plasticidad.
- Humedades naturales altas.

1.2.5.5 Observaciones Especiales

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

1.2.6 Zona geotécnica RS1.

1.2.6.1 Localización.

La zona geotécnica RS1, se presenta en el sector sur del barrio La Feria y San Luis, costado sur de la quebrada Las Flores y desde la carrera 1 hasta 6A.

1.2.6.2 Características geotécnicas

En este sector no se realizaron sondeos, sin embargo se tomó la información aledaña al sector. La unidad superficial corresponde a los horizontes orgánicos del suelo, compuestos por limos arcillosos y arcillas limosas, plásticos, húmedos a saturados, poco resistentes de color marrón hasta una profundidad variable entre 2.0 a 4.0 metros, con valores de penetración estándar entre 3 a 11 golpes/pies y no aptos para la cimentación sobre este estrato.

Seguidamente se encuentran suelos de origen residual compuestos por limos arcillosos o arcillas limosas de alta plasticidad, poco permeables, resistentes, hasta una profundidad variable entre 4.0 a 6.0 metros, con valores de penetración estándar entre 20 y 58 golpes/pies y competente para la cimentación de estructuras; se soportan sobre roca

limolita calcárea con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente.

En la Tabla 21 se presenta el resumen de los resultados de penetración estándar de campo y perfil típico:

Tabla 21. Perfil típico de zona geotécnica RS1.

PROFUNDIDAD (m)	SONDEOS								N DISEÑO	PERFIL TIPICO
	1E	2E	3E	4E	5E	6E	41	44		
0.0 a 0.5	4	0	1	5	3	5	6	3	0	Suelos sueltos compuesto por limos arcillosos y arcillas limosas, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, poco resistentes de color marrón.
0.5 a 1.0	10	2	3	9	12	9	12	4	2	
1.0 a 1.5	11	7	10	9	9	13	14	7	7	
1.5 a 2.0	11	8	12	5	5	21	18	9	5	
2.0 a 2.5	19	11	26	9	11	25	14	7	7	
2.5 a 3.0	15	27	43	18	23	32	11	44	11	
3.0 a 3.5	31	9	90	14	41	37	20		9	Suelos residual compuesto por limos arcillosos y arcillas limosas, plásticos, poco permeables, húmedos a saturados, algo resistentes de color marrón.
3.5 a 4.0	33	20		24	55	39	24		20	
4.0 a 4.5	39	37		37	87	45			49	
4.5 a 5.0	45	51				53			58	
5.0 a 5.5	49	60				49			RT	
5.5 a 6.0		58				56			RT	
6.0 a 6.5									RT	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente.
6.5 a 7.0									RT	
7.0 a 7.5									RT	
7.5 a 8.0									RT	
8.0 a 8.5									RT	
8.5 a 9.0									RT	
9.0 a 9.5									RT	
9.5 a 20.0									RT	

1.2.6.3 Capacidad portante.

A continuación en la Tabla 22 se presenta la capacidad de carga calcula por Hansen (1970), para cada una de las capas de suelos identificadas en los sondeos.

Tabla 22. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica RS1.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c _u	s _c	d _c	q _{ult}	FS	Qadm (Kn/m2)	Qadm (ton/m2)
INICIO	FIN									
0	Var 2.0 a 4.0	1.5	7	27.3	0.2	0.3	237.7	3.0	79.2	7.9
Var 2.0 a 4.0	Var 4.0 a 6.0	4.5	38	151.0	0.2	0.5	1370.2	3.0	456.7	45.7
Var 4.0 a 6.0	Mayor a 20 m	9		150.0	0.2	0.5	1504.2	3.0	501.4	50.1

1.2.6.4 Problemas geotécnicos

La zona RS1 no presenta problemas geotécnicos de gran magnitud, pero existen algunas limitaciones geotécnicas entre las cuales se indican las siguientes:

- Niveles freáticos poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Suelos de alta plasticidad.
- Humedades naturales altas.

1.2.6.5 Observaciones Especiales

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

1.2.7 Zona geotécnica RS2.

1.2.7.1 Localización.

La zona geotécnica RS2 se presenta en dos sectores: el primero en la parte baja del barrio la Esperanza y costado oriental del barrio las Feria, entre la quebrada las Flores seguido de carreras 5 y hasta carrera 6 aproximadamente y entre calles 12 a 13B.

1.2.7.2 Características geotécnicas

La unidad superficial corresponde a suelo de origen residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos, poco resistentes de color marrón, hasta una profundidad

de 3 metros, con valores de penetración estándar menores de 10 golpes/pies y no apta para la cimentación sobre este estrato.

Seguidamente se encuentran suelos de origen residual compuestos por limos arcillosos de alta plasticidad, poco permeables, resistentes hasta una profundidad de 5.0 metros, con valores de penetración estándar entre 10 y 40 golpes/pies y competente para la cimentación de estructuras; se soportan sobre roca limolita calcárea con tamaño de grano lodo, muy fracturada en la parte superior de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, resistente. El perfil típico de esta zona se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23. Perfil típico de zona geotécnica RS2.

PROFUNDIDAD (m)	SONDEOS		N DISEÑO	PERFIL TIPICO
	15	16		
0.0 a 0.5	5	4	4	Suelo suelo compuesto por limos arcillosos, muy plásticos, húmedos a saturado, poco resistente de color marrón.
0.5 a 1.0	6	7	6	
1.0 a 1.5	6	10	6	
1.5 a 2.0	6	8	6	
2.0 a 2.5	7	11	7	
2.5 a 3.0	11	14	11	
3.0 a 3.5	15	26	15	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, resistente de color amarillo con negro
3.5 a 4.0	10	40	10	
4.0 a 4.5	11	29	11	
4.5 a 5.0	26	48	26	
5.0 a 5.5	RT	RT	RT	
5.5 a 6.0	RT	RT	RT	Roca siliciclástica con tamaño de grano lodo, muy fracturada superficialmente de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.
6.0 a 6.5	RT	RT	RT	
6.5 a 7.0	RT	RT	RT	
7.0 a 7.5	RT	RT	RT	
7.5 a 8.0	RT	RT	RT	
8.0 a 8.5	RT	RT	RT	
8.5 a 9.0	RT	RT	RT	
9.0 a 9.5	RT	RT	RT	
9.5 a 10.0			RT	

1.2.7.3 Capacidad portante.

A continuación en la Tabla 24 se presenta la capacidad de carga calcula por Hansen (1970), para cada una de las capas de suelos determinadas en los sondeos.

Tabla 24. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica RS2.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c _u	s _c	d _c	q _{ult}	FS	Qadm (Kn/m2)	Qadm (ton/m2)
INICIO	FIN									
0	3	1	7	26.7	0.2	0.2	209.9	3.0	70.0	7.0
3	5	3	16	62.0	0.2	0.4	561.7	3.0	187.2	18.7
5	Mayor a 10m	7		150.0	0.2	0.5	1449.8	3.0	483.3	48.3

1.2.7.4 Problemas geotécnicos.

La zona RS2 presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Hundimientos y movimientos de tierra superficiales por saturación en épocas de lluvias.
- Agrietamiento por movimiento del terreno tipo reptación.
- Suelos de alta plasticidad.
- Niveles freáticos poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Humedades naturales altas.

1.2.7.5 Observaciones Especiales

Por el grave peligro en que se encuentran algunas viviendas actualmente, es urgente y prioritario establecer e implementar planes de contingencia que incluyan, entre otros aspectos, el inventario de edificaciones afectadas, la evaluación de daños, el monitoreo del avance del fenómeno, especialmente en períodos invernales y alternativas para la reubicación de familias afectadas.

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

1.2.8 Zona geotécnica AL.

1.2.8.1 Localización.

El sector AL está localizado en las márgenes de las quebradas Las Flores.

1.2.8.2 Características geotécnicas

En esta zona se incluyen las áreas de depósitos aluviales de las quebradas Las Flores, afectados directamente por procesos de erosión relacionados con la dinámica de las corrientes de agua.

Los suelos superficiales corresponden a gravas sobre mantos de roca limolítica calcárea con tamaño de grano lodo, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, duras, resistente.

Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles de agua en las cañadas y quebradas.

1.2.8.3 Problemas geotécnicos

La zona AL presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Erosión por divagación lateral de los cauces.
- Inundación en épocas de lluvias.
- Baja capacidad de soporte de los depósitos aluviales recientes.

1.2.8.4 Observaciones Especiales

Todas estas áreas son potencialmente inundables, además de los estudios de geotecnia, se debe determinar en detalle la amenaza por inundación, antes de cualquier construcción o desarrollo.

Se recomienda realizar un estudio detallado de la dinámica de las quebradas Las Flores y de amenaza por inundación, con el objeto de diseñar e implementar proyectos de prevención y mitigación del riesgo para los asentamientos humanos que allí existen.

El ancho de la zona de amortiguación de los procesos de dinámica fluvial en las quebradas Las Flores, debe ser definido con los resultados del estudio ya mencionado. Entre tanto se recomienda que este ancho no sea inferior a 30 metros a cada lado de la ribera actual, previo estudio detallado del sitio de interés.

1.2.9 Zona geotécnica SQ1.

1.2.9.1 Localización.

La zona geotécnica SQ1 se presenta en tres sectores: El primero está ubicado al costado nor-oriental del municipio en la parte baja de los barrios San Luis y costado norte de barrio Santander. El segundo y tercero se encuentran en la parte alta del barrio la Esperanza.

1.2.9.2 Características geotécnicas

La unidad subsuperficial corresponden a suelos compuesto por material Coluvial moderadamente gradado amarillento a rojizo, lodo soportado con material que va desde arcilla hasta cantos de 0.20, los clastos son subangulares y estan compuestos por limolita, arenisca fina, algo plásticos, húmedos a saturados, poco resistentes, de color marrón, con una profundidad variable entre 2.0 y 2.5 metros, valores de penetración estándar bajos menores de 12 golpes/pie, poco competentes para la cimentación sobre este estrato.

A continuación se encuentra suelo competente hasta una profundidad de aproximadamente 3.0 metros compuesto por limos arcillosos soportados sobre limolita arcillosa algo fracturada, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.

1.2.9.3 Capacidad portante.

A continuación en la Tabla 25 se presenta capacidad de carga calcula por Hansen (1970), para cada una de las capas de suelos identificadas en los sondeos.

Tabla 25. Capacidad portante de suelo aproximada zona geotécnica 1SQ.

ESTRATO		Prof prom (m)	N prom (Golpes/pie)	c _u	s _c	d _c	q _{ult}	FS	Qadm (Kn/m2)	Qadm (ton/m2)
INICIO	FIN									
0	Variable 2 y 2.5	1.5	7	28.0	0.2	0.3	242.9	3.0	81.0	8.1
Variable 2 y 2.5	3	5	20	80.0	0.2	0.5	779.2	3.0	259.7	26.0
3	Mayor a 10m	7		150.0	0.2	0.5	1449.8	3.0	483.3	48.3

1.2.9.4 Problemas geotécnicos.

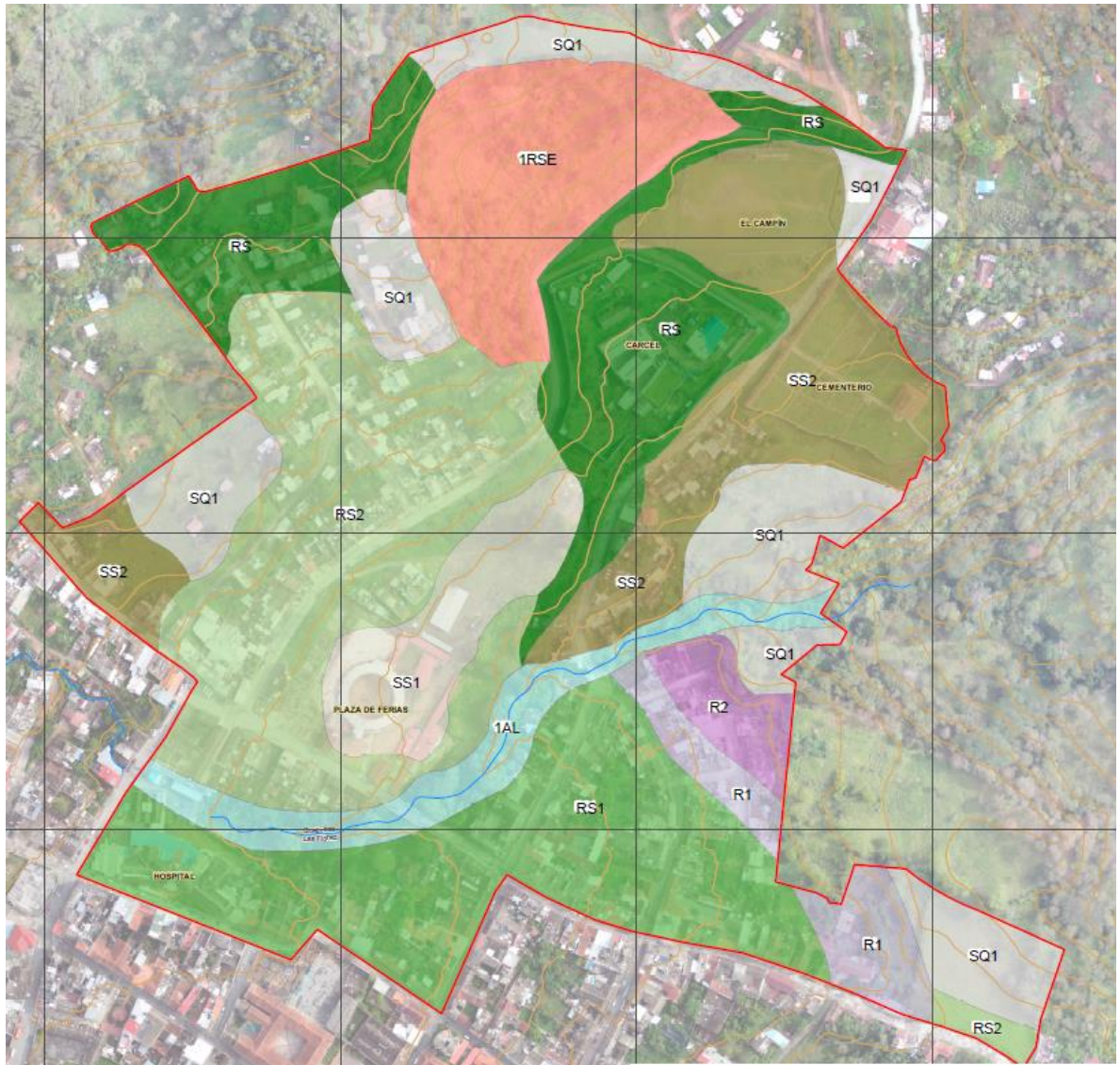
La zona SQ1 no presenta problemas geotécnicos de gran magnitud, pero existen algunas limitaciones geotécnicas entre las cuales se indican las siguientes:

- En temporadas de lluvias se pueden presentar niveles freáticos poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Suelos de alta plasticidad.
- Humedades naturales altas.

1.2.9.5 Observaciones Especiales

Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.

Figura 52. Sectorización geotécnica en el municipio de Vélez.



7. PROBABILIDAD DE FALLA

Este capítulo tiene por objeto evaluar la probabilidad de falla y deformaciones probables bajo condiciones extremas, mediante los métodos de análisis utilizados para la evaluación de la estabilidad de las laderas. En general, el tipo de modelo utilizado depende en gran medida del mecanismo de falla identificado. Aspectos tales como el tipo de material, profundidad de la superficie de falla y la posición del nivel freático, fueron obtenidos de los registros de perforación y del monitoreo adelantado.

La probabilidad de falla y deformación probable para cada una de las unidades geomorfológicas y geotécnicas, se realizó mediante el modelamiento geotécnico e implementación de diversas herramientas numéricas y computacionales. En esta etapa se utilizaron los resultados numéricos de los ensayos de laboratorio, así como las propiedades de los materiales de las diferentes capas y demás datos obtenidos en las exploraciones realizadas.

Para esta etapa se requiere del conocimiento de la geometría representativa de la unidad geomorfológica en estudio y las propiedades geotécnicas. Los movimientos locales existentes de remoción en masa también se sometieron a estos análisis, especialmente en aquellas zonas donde fue posible observar en el terreno, la existencia de estos eventos; en este último caso, la geometría de la ladera corresponde a aquella donde efectivamente se observó la remoción del material.

La evaluación de la probabilidad de falla incluye métodos probabilísticos, los cuales se modelaron bajo un escenario que se consideró tanto las condiciones de saturación del material, como las aceleraciones sísmicas correspondientes. En estas condiciones se analizaron los siguientes casos:

- Condición en el momento de la realización de sondeos.
- Condición en el momento de la realización de sondeos con sismo.
- Material saturado.
- Material saturado con sismo.

Los análisis de estabilidad y cálculo de factores de seguridad asociados a la probabilidad de falla se realizaron con el programa SLIDE 6.0 (Rocscience, 2012), asumiendo mecanismo de falla circular y no circular. Además, se utilizó un análisis probabilístico de Monte Carlo y una distribución estadística Normal, con valores de los parámetros variando entre el valor medio determinado en los ensayos de laboratorio hasta ese valor más o menos su desviación estándar.

Si bien la probabilidad de falla obtenida por métodos determinísticos es un valor numérico, es necesario emplear una probabilidad cualitativa, de manera que la probabilidad se represente con mayor peso numérico en la medida en que sea mayor, de acuerdo con una escala de evaluación comparable con las escalas adoptadas para cada una de las variables que conforman la amenaza por remoción en masa. La escala cualitativa se da a partir de la relación entre los factores de seguridad determinados y la probabilidad de falla obtenida para cada caso. Por ejemplo, en los análisis probabilísticos, una *probabilidad de falla* del 50% tiene un factor de seguridad asociado igual o menor a 1. Este valor es considerado el límite para designar la estabilidad o inestabilidad de una ladera por métodos determinísticos, aunque no exista total certeza de la ocurrencia del evento, de ahí que la probabilidad asociada superior al 50% deba ser considerada alta o muy alta por tratarse de un sitio inestable. Bajo estas consideraciones, se ha establecido una valoración cualitativa para la probabilidad de falla relacionada con el factor de seguridad, de acuerdo a la valoración se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26. Relación entre probabilidad numérica y cualitativa para la evaluación de probabilidad de falla.

PROBABILIDAD CUALITATIVA	VALORACIÓN	FACTOR DE SEGURIDAD	
		ESTATICO	DINAMICO
MUY ALTA	5	< 1,0	< 0,8
ALTA	4	1,0-1,2	0,8-1,0
MEDIA	3	1,2-1,5	1,0-1,2
BAJA	2	1,5-2,0	1,2-1,5
MUY BAJA	1	>2,0	>1,5

La evaluación de la deformación probable se modeló bajo un escenario que se consideró el más desfavorable, como lo es la condición de saturación de los suelos por efectos de precipitaciones fuertes y continuas, incluidos los aportes subsuperficiales identificados tomográficamente. Los análisis de estabilidad y cálculo de deformaciones probables se

realizaron en modelos esfuerzo-deformación mediante modelamiento en elementos finitos empleando el programa PLAXIS 2D; los parámetros geotécnicos utilizados fueron obtenidos de los resultados de los ensayos de laboratorio.

Las deformaciones probables obtenidas son, en todos los casos, valores numéricos. De una manera similar, es necesario establecer unos límites de deformación, de manera que la probabilidad de falla por deformación se represente con pesos de acuerdo con una escala de evaluación comparable con las escalas adoptadas para cada una de las variables que conforman la amenaza por remoción en masa. La escala se justifica en la medida que la Norma NSR-10 establece unas deformaciones o asentamientos diferenciales máximos definidos en el numeral H.4.8 del título H (Tabla 27). Según la norma, movimientos diferenciales mayores a los estipulados pueden producir daños en las edificaciones de acuerdo con su sistema estructural. Por ejemplo, edificaciones con sistema estructural de muros de carga en mampostería, muy común en el municipio, tienen severas limitaciones en cuanto a movimientos diferenciales, de acuerdo con la Tabla 27.

Tabla 27. Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas.

Tipo de construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

Fuente: NSR 10, Título H, Tabla H.4.9-1.

Las deformaciones probables modeladas, están enfocados en identificar movimientos superficiales que pueden ocasionar fallas en las edificaciones susceptibles a deformaciones, por lo que han sido asociadas a probabilidad de falla cualitativa. A continuación en la Tabla 28 se presenta la relación entre deformación probable y probabilidad de falla cualitativa adoptada.

Tabla 28. Relación entre deformación probable y probabilidad de falla cualitativa.

PROBABILIDAD DE FALLA CUALITATIVA	VALORACIÓN	DEFORMACIÓN (mm)
MUY ALTA	5	>12,0
ALTA	4	8-12,0
MEDIA	3	4,0-8,0
BAJA	2	2,0-4,0
MUY BAJA	1	>2,0

Más adelante se presenta un análisis representativo, sector por sector, donde se evalúan la probabilidad de falla y las deformaciones probables, adicionalmente se evalúan laderas locales donde se han evidenciado movimientos, con base en lo observado en terreno; igualmente se han tenido en cuenta los antecedentes que se tienen de la zona de estudio. Estos resultados se espacializaron en ARGIS, teniendo como resultado el mapa de probabilidad de falla y el mapa de deformaciones probables, con valores de probabilidad de falla cualitativa. Estos dos planos se cruzan con pesos iguales y dan como resultado el mapa de probabilidad de falla geotécnico.

7.1 MODELAMIENTO GEOTECNICO.

Los análisis que se presentan a continuación están basados en la teoría de equilibrio límite y elementos finitos. Para llevar a cabo estos análisis se partió de la sectorización geotécnica obtenida anteriormente; a su vez se realizó un análisis en los sectores donde se identificaron movimientos. De estos procesos de remoción en masa se identificó el mecanismo de falla presente, litología del material involucrado, así como la caracterización geomecánica del material aflorante. Los mecanismos de falla identificados corresponden básicamente a procesos de reptación o creep y rotacional (compuesta en algunos casos, es decir rotacional y traslacional). A continuación se hace un breve recuento de las principales características de los métodos numéricos utilizados en los análisis.

Para el análisis de probabilidad de falla se realizaron modelos geotécnicos para cada sitio en particular y se utilizó el software para computador SLIDE, Versión 6.0 de ROCSCIENCE Int, Toronto, Ontario, Canadá. SLIDE es un producto de Software que utiliza la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento

de los taludes; para este caso se utilizó un análisis estadístico de Monte-Carlo. Aunque el programa permite trabajar con doce diferentes métodos de análisis, para objeto del presente estudio se trabajó conjuntamente con los siguientes cuatro métodos:

1. Método ordinario o de Fellenius
2. Método Bishop simplificado
3. Método de Janbú simplificado
4. Método de Spencer

Los resultados de los factores de seguridad se presentan para cada uno de los métodos indicados. Se utilizó el sistema de parámetros totales de resistencia de acuerdo al sistema de Mohr-Coulomb obtenidos en los ensayos de Corte Directo, de los sectores aledaños al perfil en estudio y la determinación de su valor medio y variación estándar.

Para el análisis de deformaciones se realizaron modelos geotécnicos y se utilizó el software para computador PLAXIS 2D desarrollado por la Universidad de Delft en Holanda, que emplea el método de los Elementos Finitos para calcular los esfuerzos y deformaciones. Para el análisis se utilizó el modelo de Mohr-Coulomb con plasticidad perfecta. La plasticidad está asociada con la no recuperación de las deformaciones. Los parámetros básicos del modelo de Mohr-Coulomb son los siguientes:

E = módulo de Young (kN/m²)

ν = relación de Poisson

ϕ = ángulo de fricción

c = cohesión

Estos valores fueron obtenidos mediante los ensayos de corte directo y correlaciones con los valores de sondeo SPT.

A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos en los modelos geotécnicos realizados:

7.1.1 Sector Barrio San Luis frente a la Cárcel.

En la carrera 4 frente a la Cárcel, se presentan problemas de agrietamiento y hundimiento de las viviendas existentes, las cuales, en su mayoría se encuentran desalojadas y se evidencia un proceso de remoción en masa, producto de suelos sueltos superficiales, niveles freáticos altos y mal manejo de aguas superficiales. En la tomografía realizada en este sector se evidencia la presencia de suelos saturados, comprobados en la exploración geotécnica (sondeo 8).

Desde el punto de vista geotécnico, la zona presenta suelos superficiales compuestos por limos arcillosos plásticos de la formación Paja. En el mapa de unidades geotécnicas, corresponden a suelos de baja consistencia con profundidad de suelo competente mayor de 3 metros. Teniendo presente lo anterior, se procedió a realizar los respectivos análisis de estabilidad para la condición precedente y para la condición actual con obras de mitigación. Los resultados para la condición sin obras muestran claramente que aún en el caso de no ser intervenidos estos terrenos, se incrementarán las zonas afectadas por los desplazamientos del suelo.

Figura 53. Vista general de sectores aledaños al Barrio San Luis.



A continuación en las Figuras 55 a 58 se presentan los resultados de los modelos geotécnicos:

Figura 54. Perfil geotécnico de barrio San Luis.

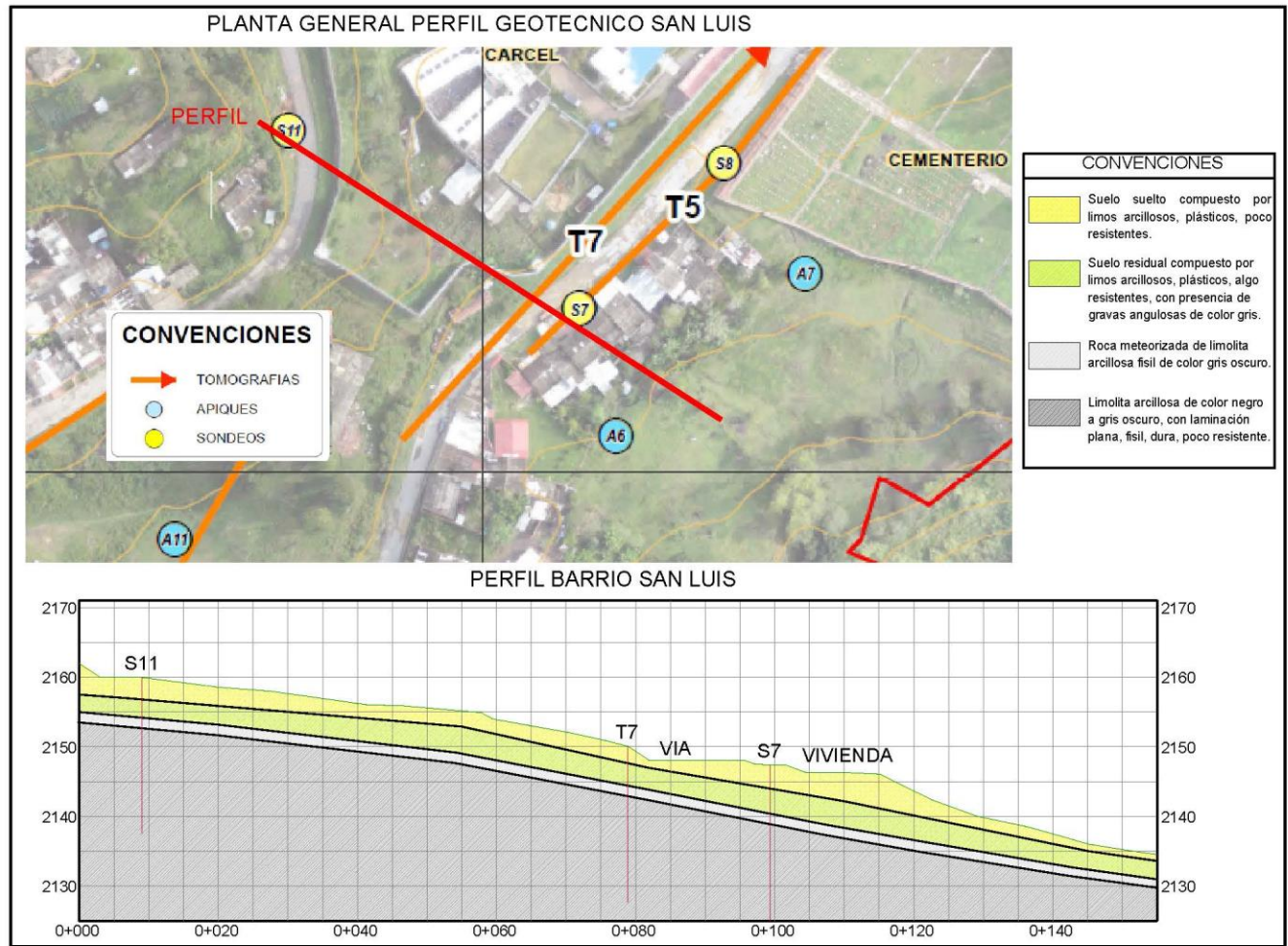


Figura 55. Análisis estático falla circular, sector de San Luis.

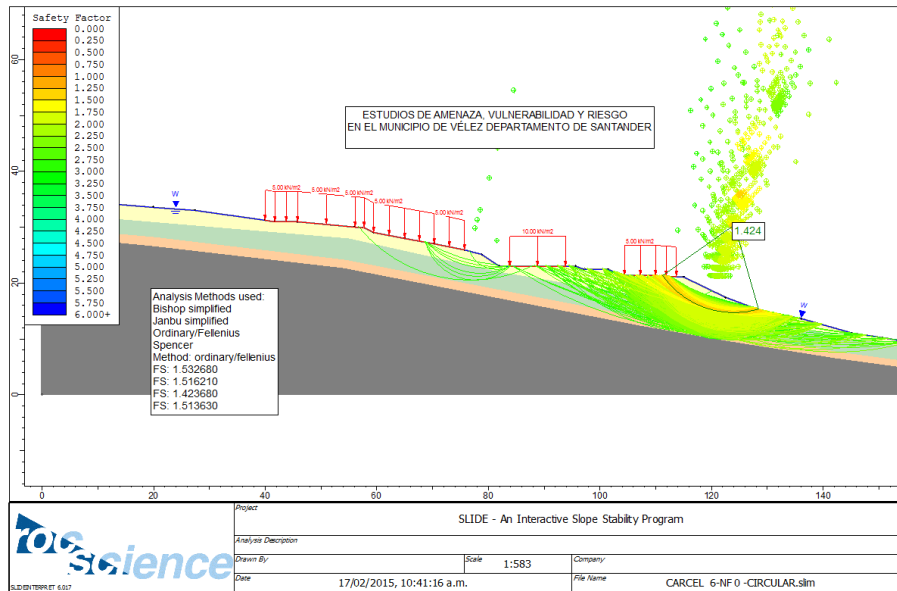


Figura 56. Análisis dinámico falla circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.

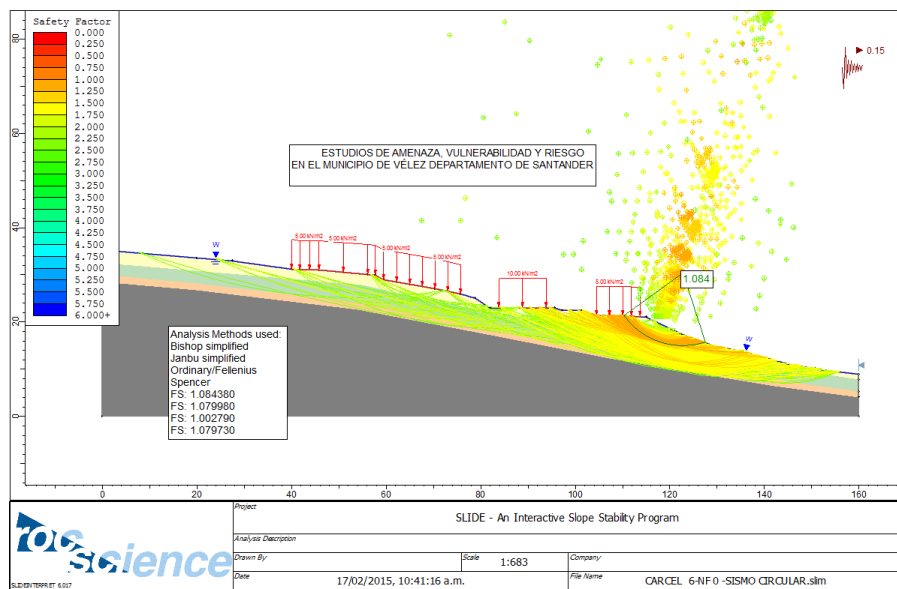


Figura 57. Análisis estático falla no circular, sector de San Luis.

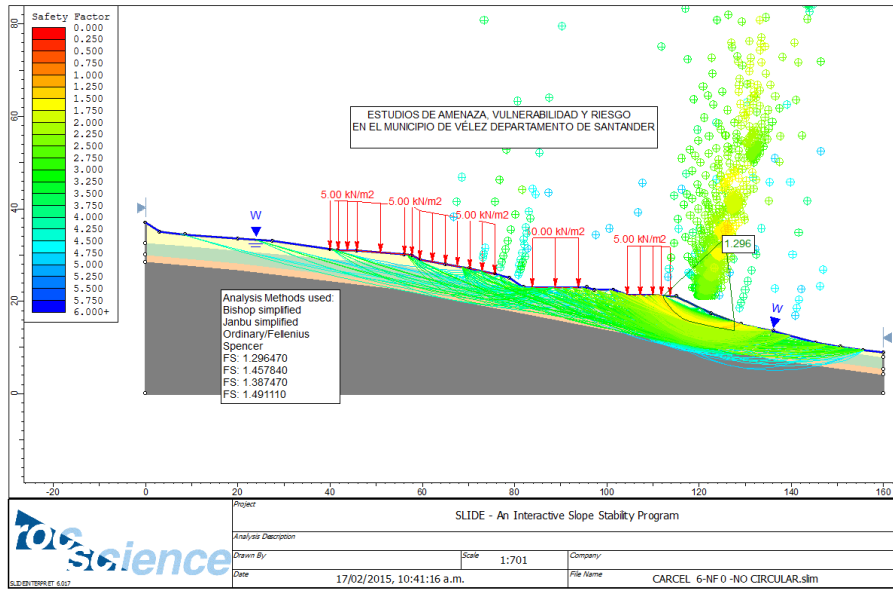
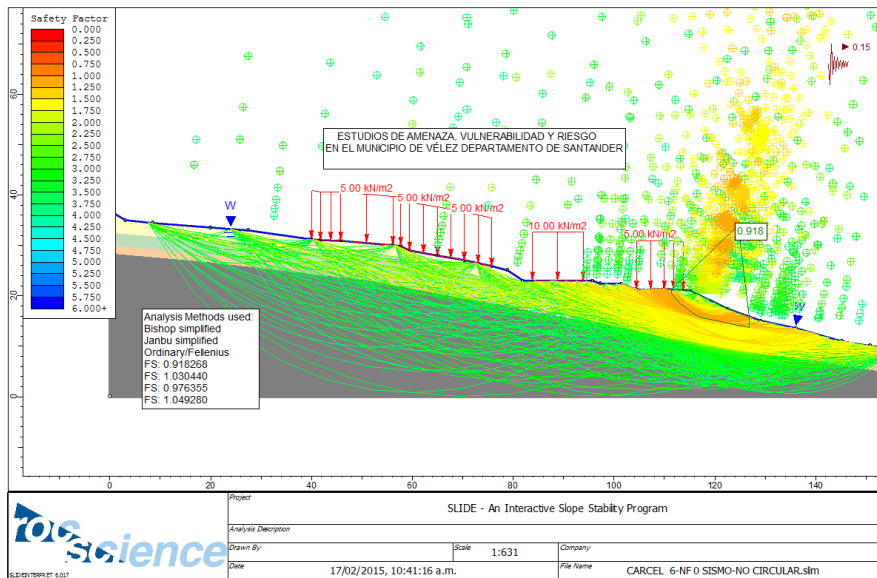


Figura 58. Análisis dinámico falla no circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.

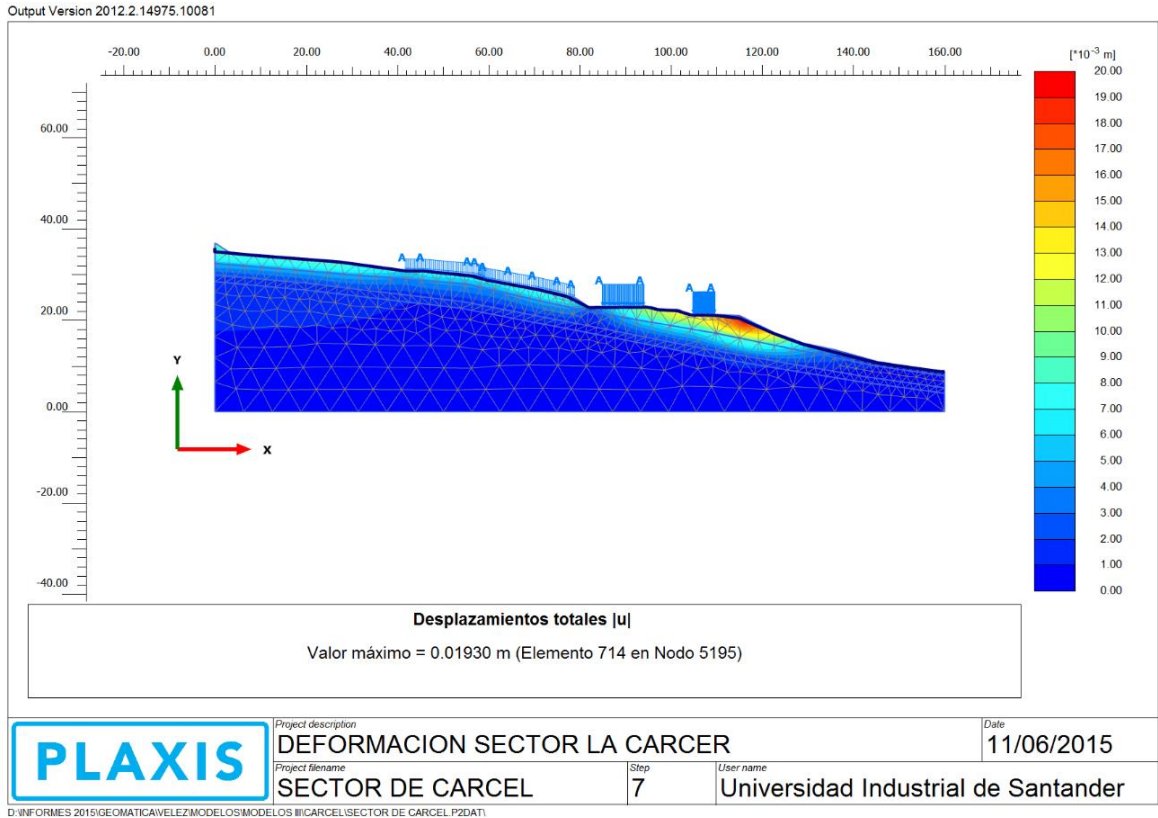


De acuerdo con los análisis de estabilidad realizados, se puede afirmar que el talud saturado y con sismo, es susceptible a los movimientos en masa. Las pobres características geomecánicas del material aflorante en la zona, la existencia de niveles freáticos altos, el mal manejo de aguas lluvias y residuales y la mala cimentación que presenta la mayoría de viviendas, han generado los problemas de agrietamiento y movimientos en las estructuras. Es importante destacar que el material involucrado y que genera la mayor parte de los problemas de inestabilidad en la zona corresponde precisamente a materiales sueltos meteorizados a partir de los materiales limos arcillosos de la formación Paja. Este material se caracteriza por presentar bajos parámetros de resistencia y en presencia de agua tiende a comportarse como un fluido.

El flujo de agua subterránea que viaja a través de la limolita fracturada y la inyección permanente de aguas negras y aguas del acueducto proveniente del rompimiento de las tuberías en este sector, hace necesario la intervención mediante obras de mitigación y adicionalmente la realización de investigaciones pertinentes en busca de tuberías afectadas.

A continuación en la Figura 59 se presenta el análisis del esfuerzo de deformación, el cual nos permite ver las deformaciones probables que se pueden presentar en el sector de la cárcel en el barrio San Luis.

Figura 59. Análisis esfuerzo deformación, sector la Cárcel barrio San Luis



El modelo realizado muestra deformaciones entre 15 -19 milímetros (probabilidad cualitativa = 5, Muy alto) en el sector de las viviendas existentes al costado oriental de la carrera 4 y deformaciones entre 5 a 10 milímetros en el sector donde se encuentra la cárcel (probabilidad cualitativa = 3 y 4, Medio y Alto). A continuación en la Tabla 29 se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos en los modelos y su respectiva probabilidad cualitativa:

Tabla 29. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa, sector aledaño a la cárcel en el barrio San Luis.

Análisis	F.S. Fellenius	F.S. Bishop	F.S. Janbú	F.S. Spencer	PROBABILIDAD CUALITATIVA
Análisis estático falla circular, sector de San Luis.	1.4236	1.5326	1.5162	1.5136	MEDIO
Análisis dinámico falla circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.	1.0028	1.0843	1.0799	1.0797	MEDIO
Análisis estático falla no circular, sector de San Luis.	1.3874	1.2964	1.4578	1.4911	MEDIO
Análisis dinámico falla no circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.	0.9763	0.9182	1.0304	1.0492	ALTO

Los resultados para la condición sin obras muestran claramente que el terreno debe ser intervenido. Las obras propuestas consisten en la construcción de filtros longitudinales siguiendo la carrera 4, con los cuales se busca abatir el nivel freático.

Figura 60. Análisis estático falla circular, con obras de mitigación, sector de San Luis.

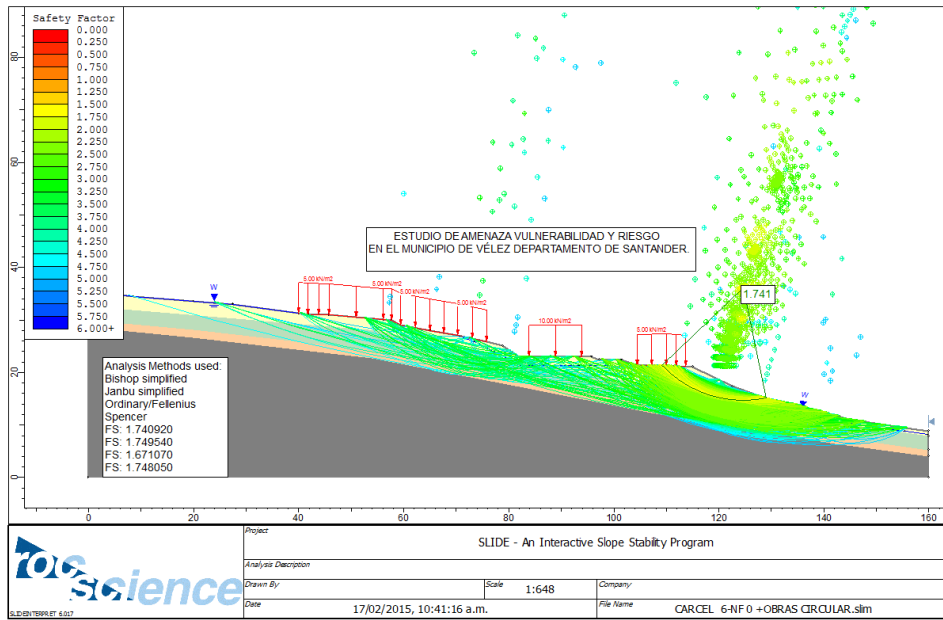


Figura 61. Análisis dinámico falla circular, con obras de mitigación, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.

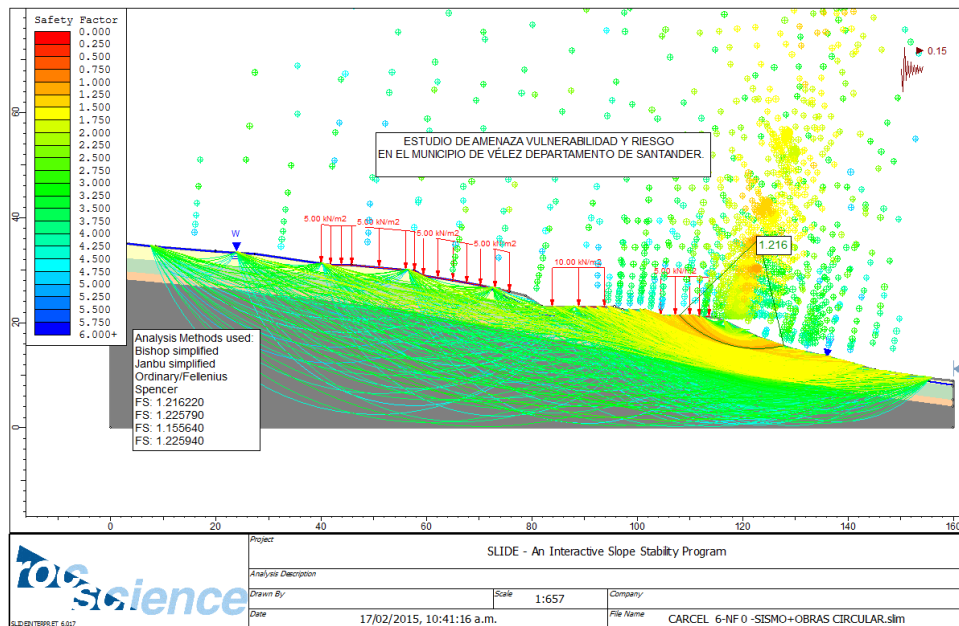


Figura 62. Análisis estático falla no circular, con obras de mitigación, sector de San Luis.

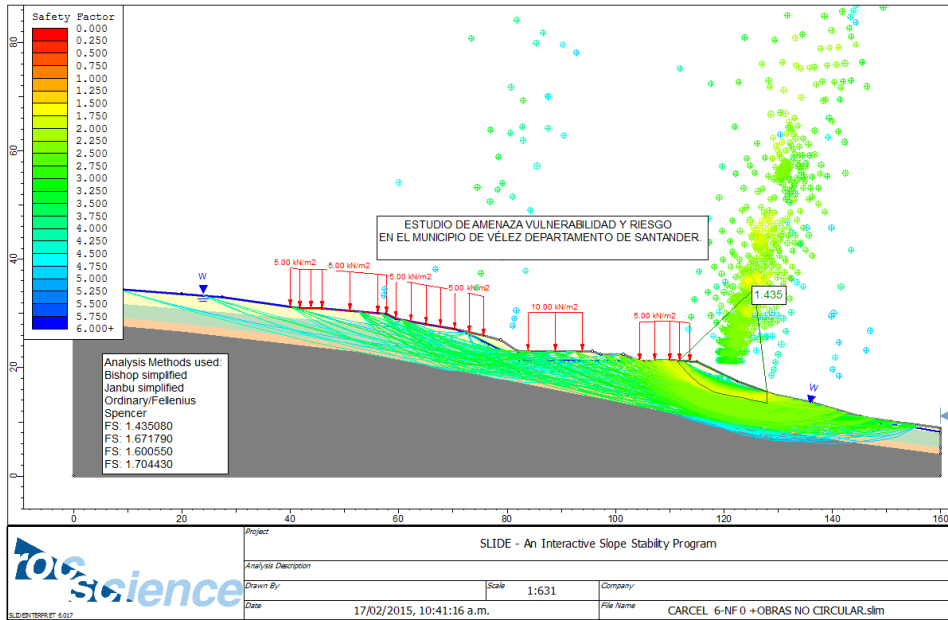


Figura 63. Análisis dinámico falla no circular, con obras de mitigación, aceración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.

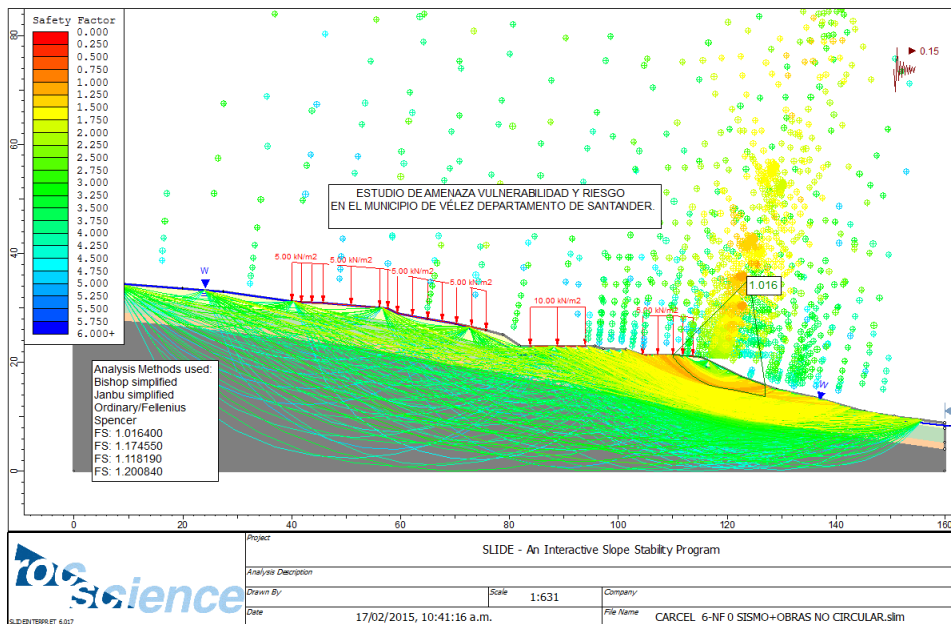
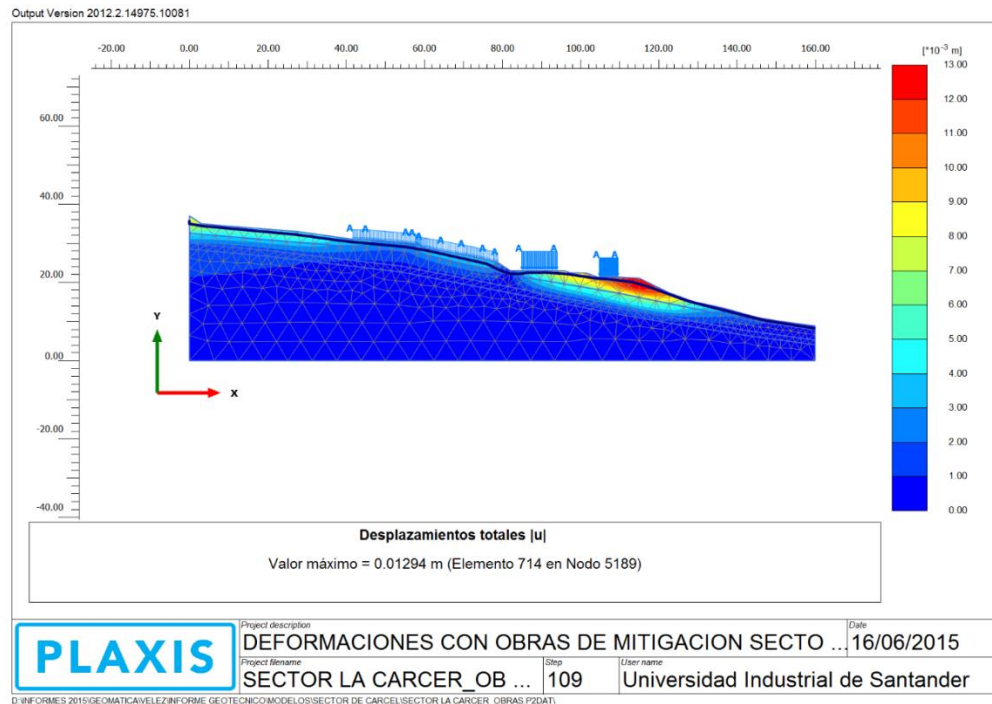


Figura 64. Análisis esfuerzo deformación con obras de mitigación, sector la Cárcel barrio San Luis.



El modelo con obras de mitigación (Figura 59 a 64), muestra una reducción en las deformaciones pasando de 19 a 12 milímetros (pasando de probabilidad cualitativa Muy alto a Alta) en el sector de las viviendas existentes al costado oriental de la carrera 4 y deformaciones de 10 a 5 milímetros en el sector donde se encuentra la cárcel. A continuación en la Tabla 30, se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos en los modelos y su respectiva probabilidad cualitativa:

Tabla 30. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa con obras de mitigación, sector aledaño a la cárcel en el barrio San Luis.

Análisis	F.S. Fellenius	F.S. Bishop	F.S. Janbú	F.S. Spencer	PROBABILIDAD CUALITATIVA
Análisis estático falla circular, sector de San Luis.	1.6710	1.7409	1.7495	1.7481	BAJO
Análisis dinámico falla circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.	1.2162	1.2162	1.2257	1.2256	BAJO
Análisis estático falla no circular, sector de San Luis.	1.435	1.672	1.501	1.704	MEDIO
Análisis dinámico falla no circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector de San Luis.	1.016	1.175	1.118	1.201	ALTO

7.1.2 Sector Barrio San Luis costado sur quebrada Las Flores.

Este análisis corresponde a un sector aledaño al barrio San Luis, costado sur de la quebrada las Flores, entre las carrera 2 y 3 con calles 12 a la 12ª, donde se encuentran viviendas con evidencias de asentamientos y algunas grietas debidas probablemente a la presencia de fundaciones en materiales sueltos. Igualmente, en el cruce de la quebrada las Flores, de acuerdo con los procesos morfodinámicos identificados, se presenta avance hacia aguas arriba de su lento pero activo proceso de erosión regresiva o remontante y que se traduce en laterales movimientos de remoción en masa hacia ella de los terrenos adyacentes no estables geológicamente. Desde el punto de vista geotécnico, en la zona afloran superficialmente suelos antropogénicos compuestos por limos arcillosos plásticos. En el mapa de unidades geológicas corresponden a rellenos antropogénicos de baja consistencia con profundidad de suelo competente a más de 3 metros. Teniendo presente lo anterior, se procedió a realizar los respectivos análisis de estabilidad para la condición precedente y para la condición actual con obras de mitigación. Los resultados para la condición sin obras muestran claramente que aún en el caso de no ser intervenidos estos terrenos, se incrementarán las zonas afectadas por los desplazamientos del suelo.

Figura 65. Perfil geotécnico de barrio San Luis, junto la quebrada Las Flores.

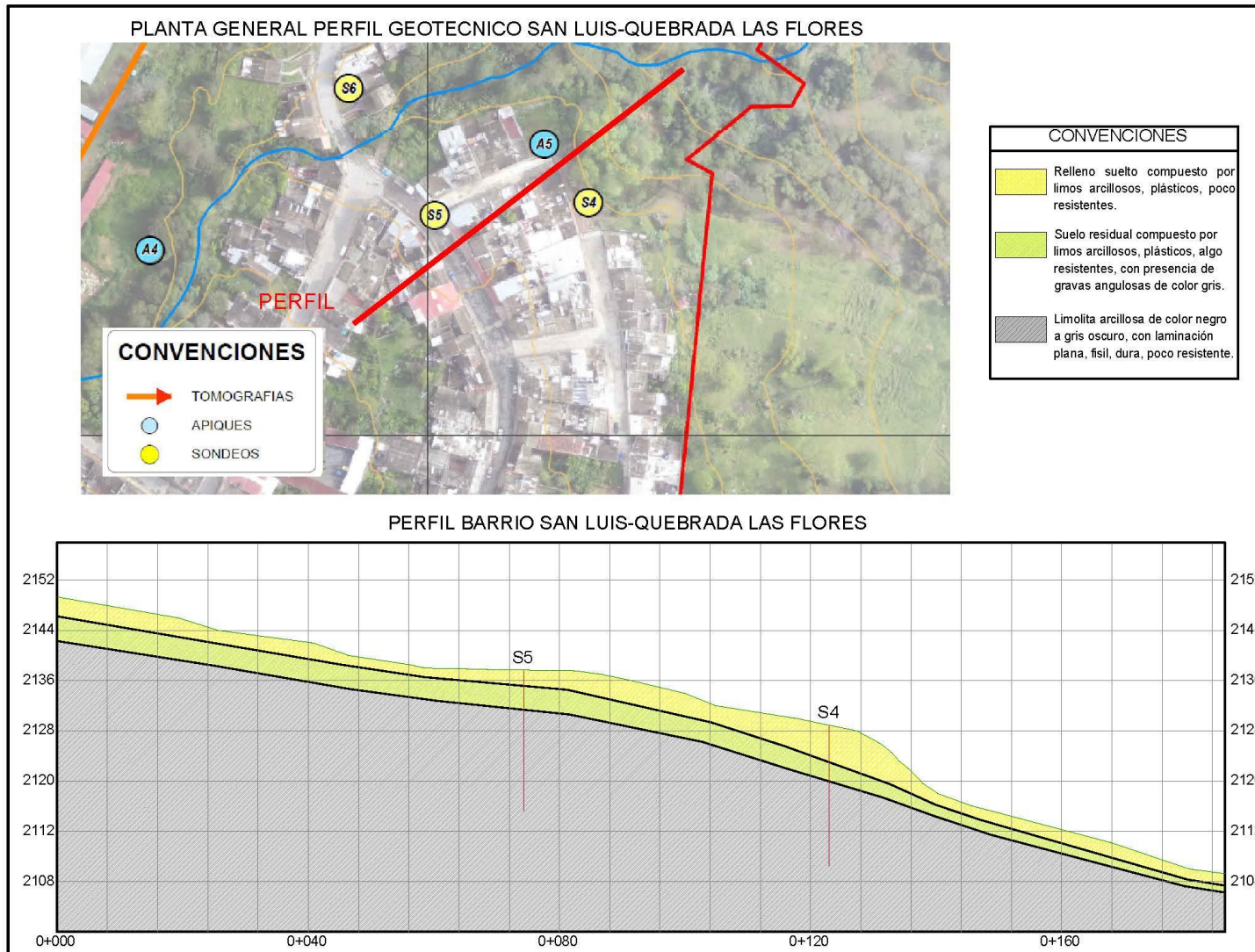


Figura 66. Vista general de sectores aledaños al Barrio San Luis.



A continuación en las Figuras 67 y 68, se presentan los resultados de los modelos geotécnicos:

Figura 67. Análisis estático falla circular, sector sur quebrada las Flores barrio San Luis

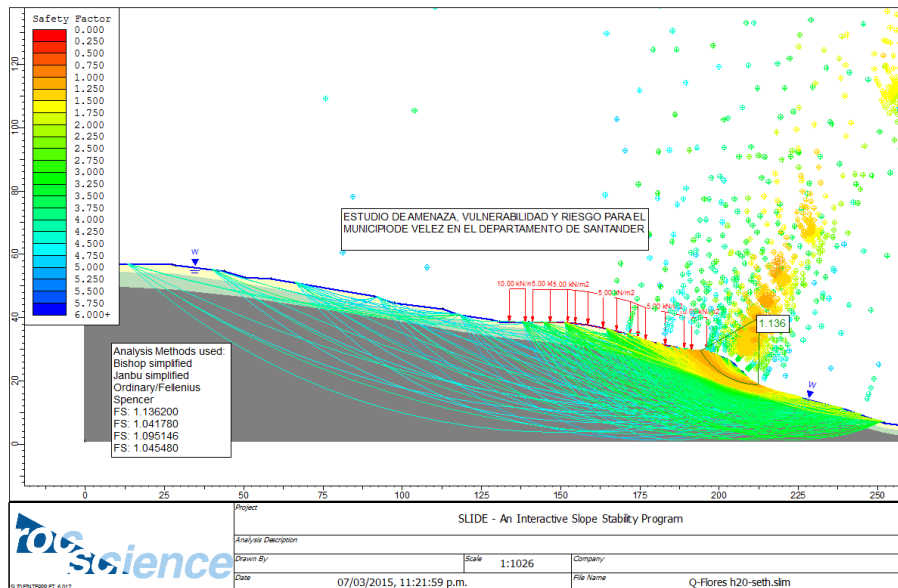
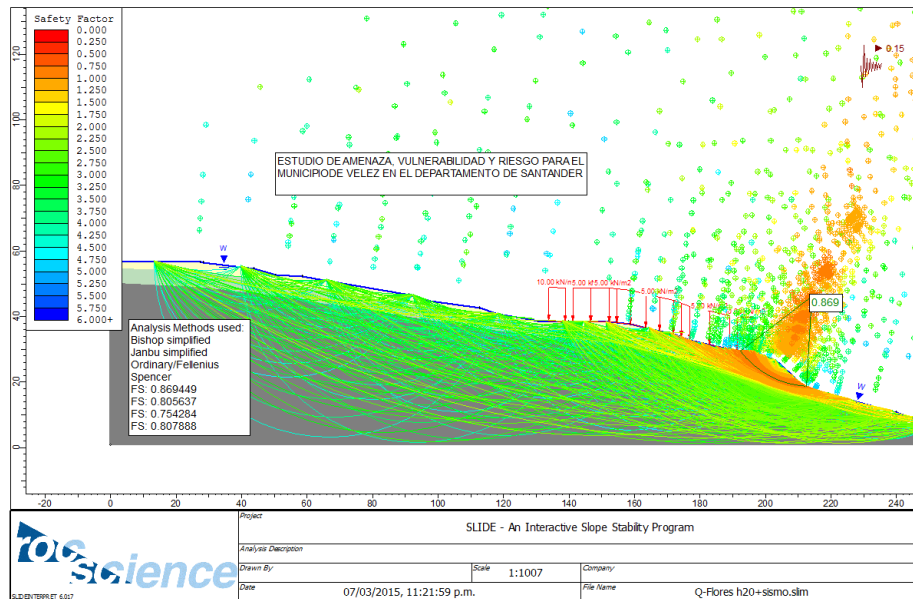


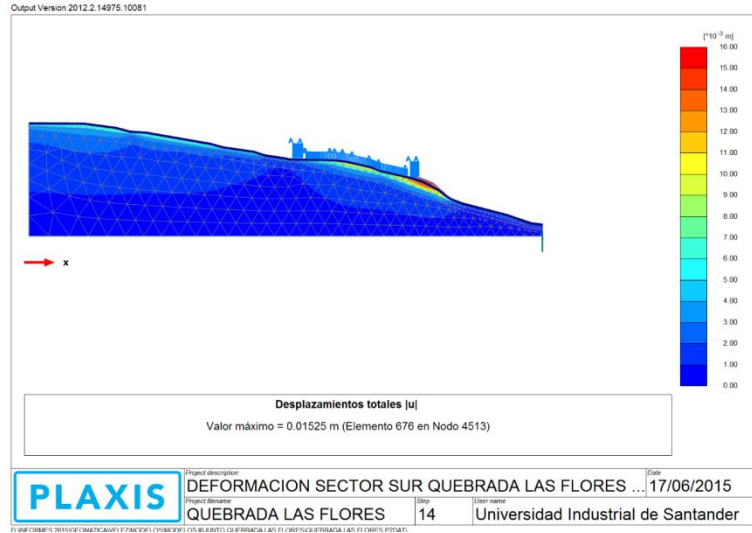
Figura 68. Análisis dinámico falla circular, sector sur quebrada las Flores barrio San Luis. Aceración sísmica de 0.15g.



De acuerdo con los análisis de estabilidad realizados, se puede observar que el talud bajo condición de saturación y con sismo es susceptible a los movimientos en masa. Es importante destacar que el material involucrado y que genera la mayor parte de los problemas de inestabilidad en la zona, corresponde a rellenos antrópicos. Este material se caracteriza por presentar bajos parámetros de resistencia y en presencia de agua tiende a presentar deformaciones plásticas, tipo flujo.

A continuación en la Figura 69 se presenta el análisis de esfuerzo deformación el cual nos permite ver las deformaciones probables que se pueden presentar en el sector sur de la quebrada las Flores en el barrio San Luis.

Figura 69. Análisis esfuerzo deformación, sector sur quebrada las Flores barrio San Luis.



El modelo muestra deformaciones entre 12 -15 milímetros (probabilidad cualitativa = 5), es Muy alto. A continuación en la Tabla 31 se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos en los modelos y su respectiva probabilidad cualitativa:

Tabla 31. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa, costado sur de quebradas las Flores en el barrio San Luis.

Análisis	F.S. Fellenius	F.S. Bishop	F.S. Janbú	F.S. Spencer	PROBABILIDAD CUALITATIVA
Análisis estático falla circular, sector sur quebrada las Flores en el barrio San Luis.	1.0951	1.1362	1.0417	1.0454	ALTO
Análisis dinámico falla circular, aceleración sísmica de 0.15g, sector sur quebrada las Flores en el barrio San Luis.	0.7542	0.8695	0.8056	0.8078	MUY ALTO

Los resultados para la condición sin obras muestran claramente que el terreno debe ser intervenido. Se procedió a realizar los respectivos análisis de estabilidad con obras de mitigación (Figuras 70 a 72); las obras propuestas consisten en la construcción de filtros longitudinales a lo largo de las carreras 2 y 3 con los cuales se busca abatir el nivel freático.

Figura 70. Análisis estático falla circular, con obras de mitigación, costado sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.

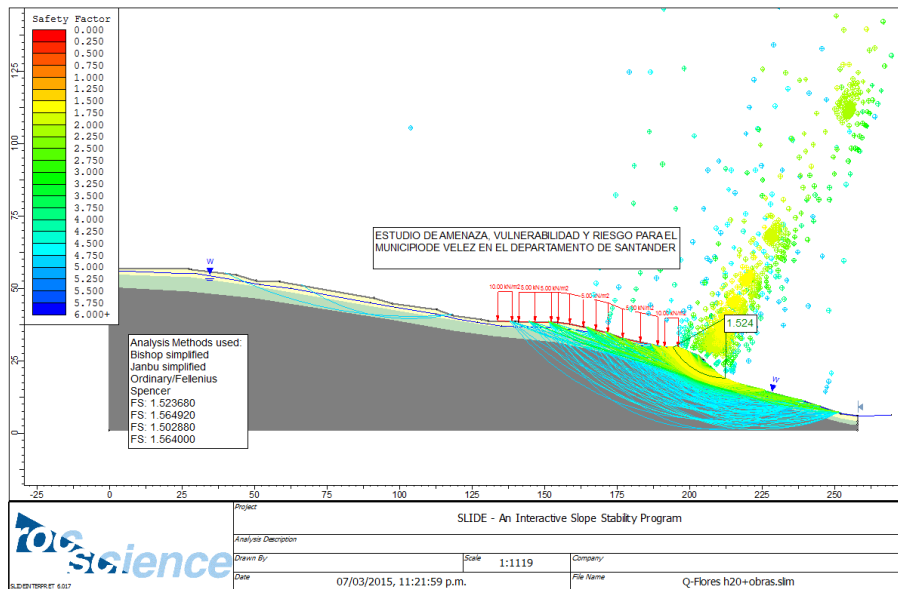


Figura 71. Análisis dinámico falla circular, con obras de mitigación, aceleración sísmica de 0.15g, costado sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.

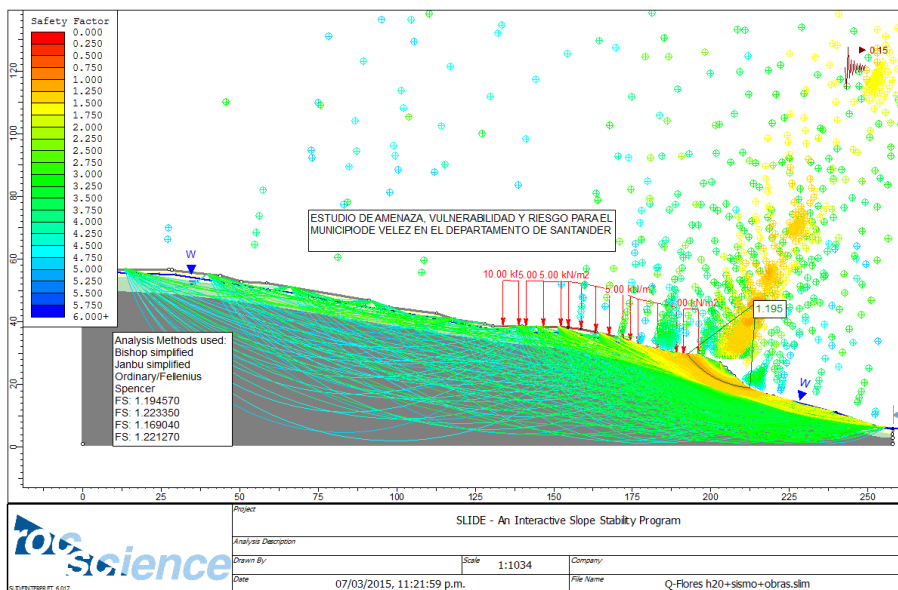
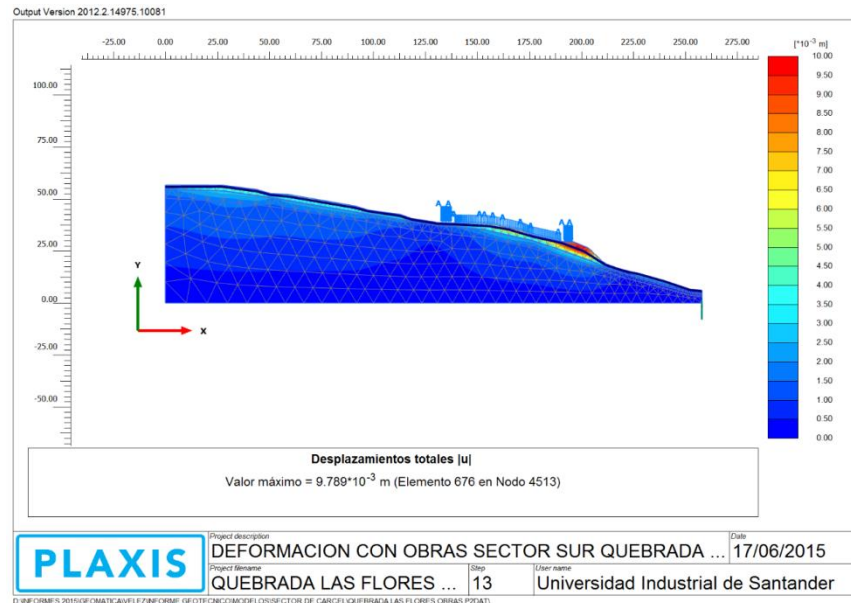


Figura 72. Análisis esfuerzo deformación con obras de mitigación, costado sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.



El modelo con obras de mitigación propuestas muestra una reducción en las deformaciones pasando de 15 a 9 milímetros (pasando de probabilidad cualitativa Muy Alto a Alta). A continuación en la Tabla 32 se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos en los modelos y su respectiva probabilidad cualitativa:

Tabla 32. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa con obras de mitigación, costados sur junto a quebradas la Flores en el barrio de San Luis.

Análisis	F.S. Fellenius	F.S. Bishop	F.S. Janbú	F.S. Spencer	PROBABILIDAD CUALITATIVA
Análisis estático falla circular, costado sur de quebrada las Flores en el barrio San Luis.	1.5236	1.5236	1.5649	1.564	BAJO
Análisis dinámico falla circular, aceleración sísmica de 0.15g, costado sur de quebrada las Flores en el barrio San Luis.	1.169	1.1946	1.2233	1.2212	MEDIO

7.1.3 Sector Barrio la Esperanza.

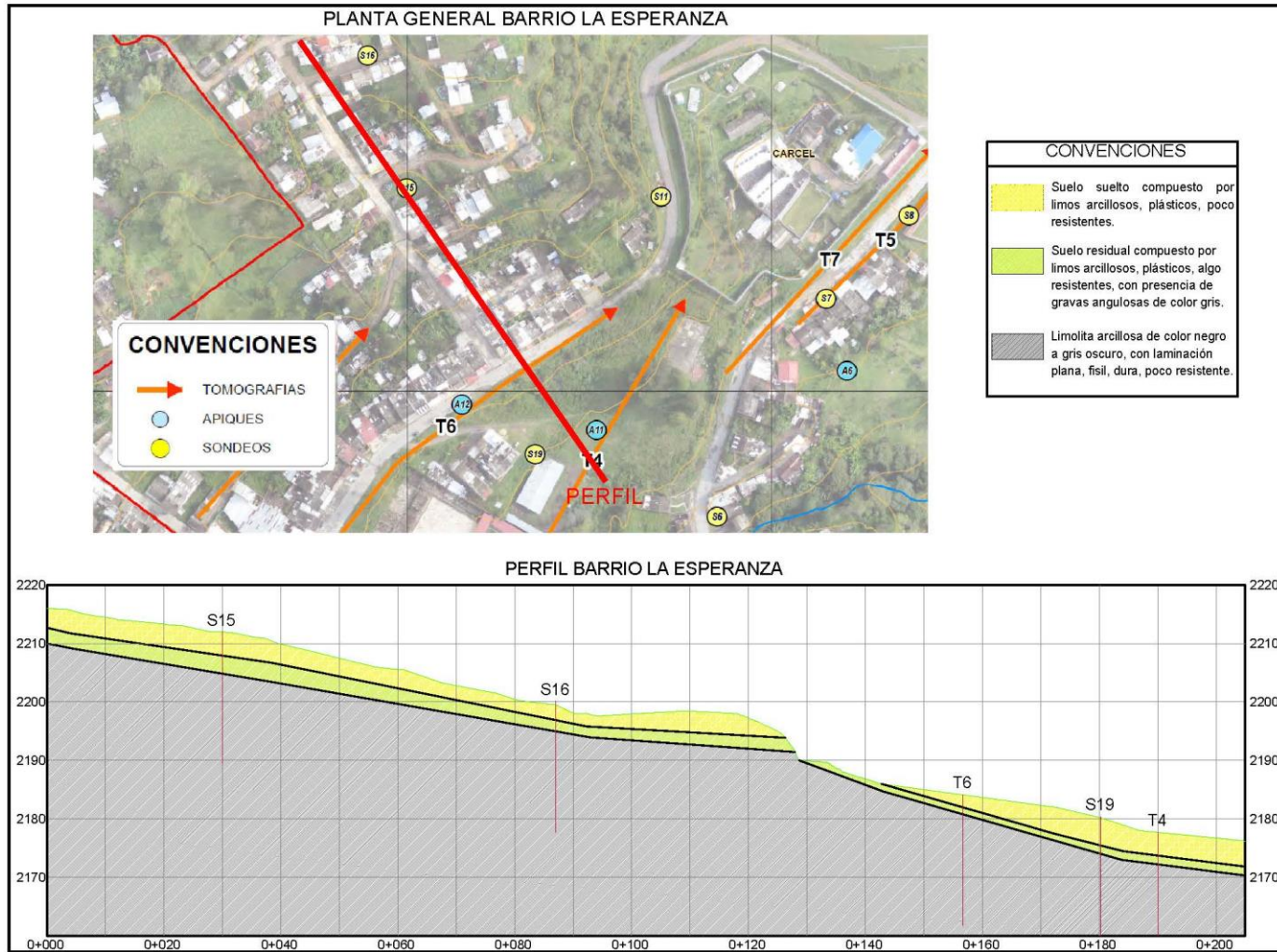
Localizado en la parte alta y costado norte del municipio, entre la calle 12 al sur y el barrio Los Cerezos al norte y la carrera 5 hasta la parte alta del barrio. Sobre la calle 13A se presenta una hondonada delimitada a ambos costados por sobresalientes digitaciones inclinadas que emergen a ambos costados de esta empinada vía urbana, cuyos suelos fueron removidos para la construcción de viviendas urbanas de 2 y 3 pisos, al igual que el sistema de drenaje natural. Se encuentran pozos en algunas viviendas aledañas al sector.

Figura 73. Pozos existentes en el barrio Esperanza.



En la parte alta y costado sur del barrio se encuentra un lomo de cuerpo en roca, suelos residuales y horizontes orgánicos superficiales. Tiene edificaciones en la mayor parte de ellas, hacia el costado norte de su lomo, deficientemente cimentadas y evidencias de algunos sectores de derrubios antrópicos. En la parte baja del barrio La Esperanza se presentan viviendas afectadas por inundaciones y agrietamientos en pisos y paredes. En épocas de fuerte invierno reciben el agua de escorrentía proveniente de la parte alta de la ladera, se forman torrentes de agua que bajan directamente a la carrera 5, la cual también recoge las aguas de la calle 13, saturando los colectores, devolviendo el agua por las alcantarillas y sifones de las viviendas. Desde el punto de vista geotécnico en la zona afloran limos arcillosos y arcillas limosas plásticas de la formación Paja. En el mapa de unidades geotécnicas corresponden a suelos de baja consistencia con profundidad de suelo competente entre 2 y 5 metros.

Figura 74. Perfil geotécnico de barrio San Luis, junto la quebrada Las Flores.



Teniendo presente lo anterior, se procedió a realizar los respectivos análisis de estabilidad para la condición precedente y para la condición actual con obras de mitigación. Los resultados para la condición sin obras muestran claramente la susceptibilidad a movimientos de los suelos superficiales.

Figura 75. Vista general de problemas en el Barrio Esperanza.



A continuación en las Figuras 76 y 77 se presentan los resultados de los modelos geotécnicos:

Figura 76. Análisis estático falla circular, barrio la Esperanza

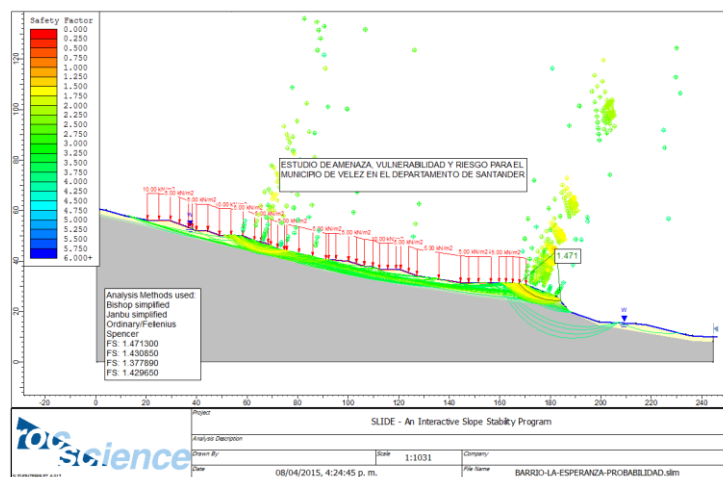
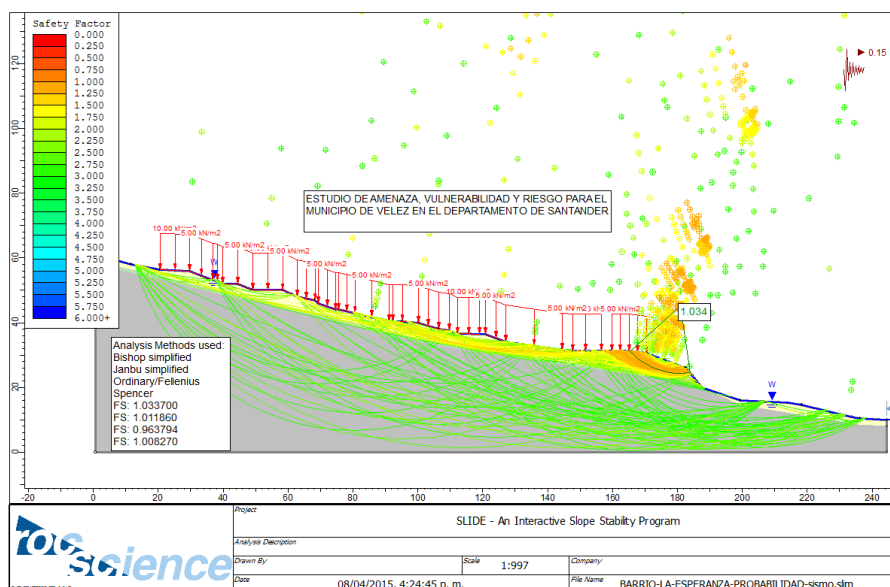


Figura 77. Análisis dinámico falla circular, barrio la Esperanza. Aceración sísmica de 0.15g.

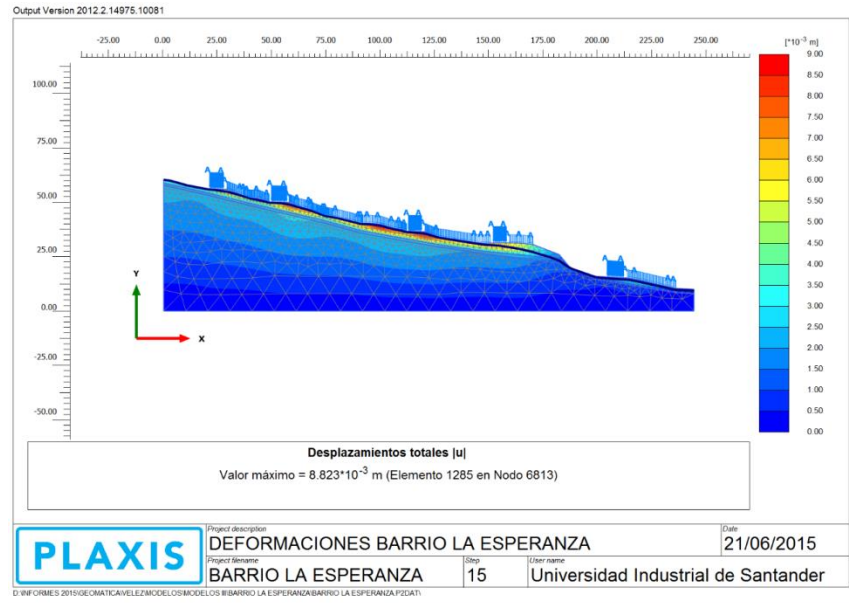


De acuerdo con los análisis de estabilidad realizados, se puede concluir que el talud saturado y con sismo es propenso a los movimientos en masa. Las pobres características geomecánicas superficiales y nivel freático característicos de la zona, influyen en el deterioro de las viviendas, por lo que es importante destacar que el material involucrado y que genera la mayor parte de los problemas de inestabilidad en la zona, corresponde a suelos superficiales sueltos. Este material se caracteriza por presentar bajos parámetros de resistencia y en presencia de agua tiende a comportarse como un fluido.

La existencia de una antigua cañada canalizada con sección hidráulica insuficiente, el flujo de agua subterránea, la inyección permanente de aguas negras y aguas del acueducto proveniente del rompimiento de las tuberías, con llevan a la realización de obras en este sector en particular, que estén enfocadas en abatir estos niveles.

A continuación en la Figura 78 se presenta el análisis de esfuerzo deformación, el cual nos permite ver los asentamientos probables que se pueden presentar en el barrio la Esperanza.

Figura 78. Análisis esfuerzo deformación, Barrio la Esperanza.



El modelo muestra deformaciones entre 4 - 8 milímetros (probabilidad cualitativa = 3, Medio). A continuación en la Tabla 33 se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos en los modelos y su respectiva probabilidad cualitativa:

Tabla 33. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa, barrió la Esperanza.

Análisis	F.S. Fellenius	F.S. Bishop	F.S. Janbú	F.S. Spencer	PROBABILIDAD CUALITATIVA
Análisis estático falla circular, barrio la Esperanza.	1.3778	1.4713	1.3778	1.4296	MEDIO
Análisis dinámico falla circular, barrio la Esperanza. Aceración sísmica de 0.15g.	0.9637	1.0337	1.0118	1.008	ALTO

Teniendo presente lo anterior, se procedió a realizar los respectivos análisis de estabilidad con obras de mitigación (Figuras 79 a 81). Los resultados para la condición sin obras muestran claramente que el terreno debe ser intervenido. Las obras propuestas consisten en la construcción de filtros longitudinales sobre las carreras, cuya finalidad es la de abatir el nivel freático.

Figura 79. Análisis estático falla circular, con obras de mitigación, barrio Esperanza.

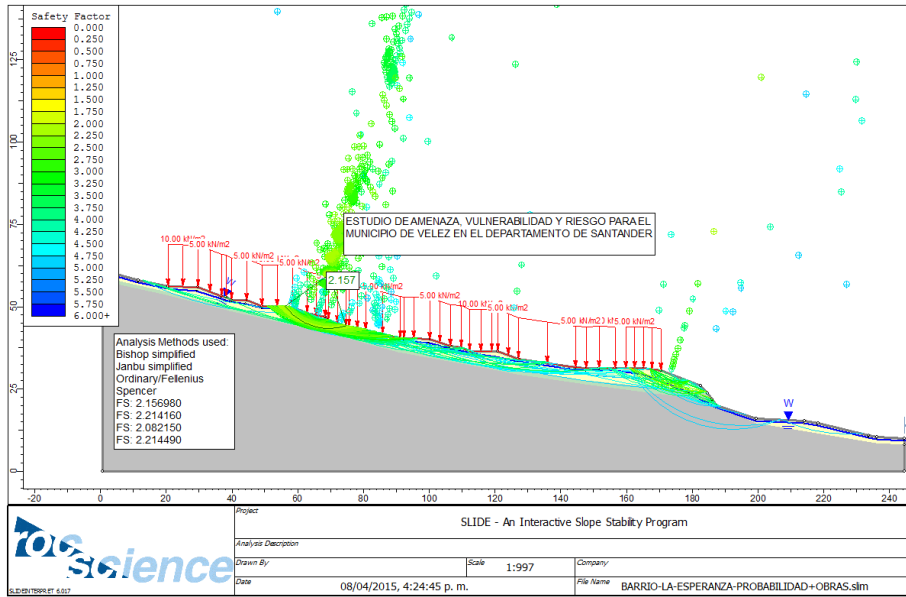


Figura 80. Análisis dinámico falla circular, con obras de mitigación, aceleración sísmica de 0.15g, barrio Esperanza.

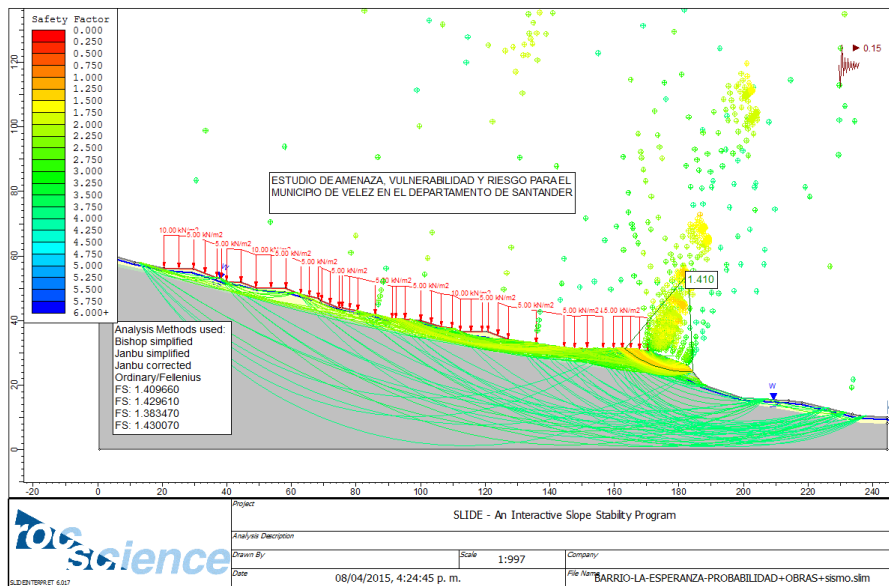
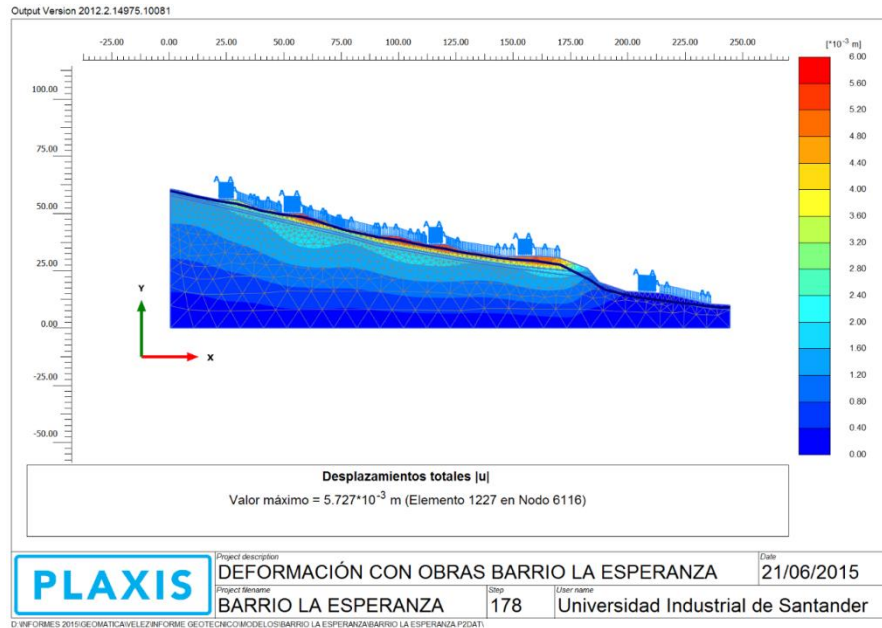


Figura 81. Análisis esfuerzo deformación con obras de mitigación, barrio la Esperanza



El modelo con obras de mitigación propuestas muestra una reducción en las deformaciones pasando de 8 a 5 milímetros (probabilidad cualitativa media). A continuación se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos en los modelos y su respectiva probabilidad cualitativa:

Tabla 34. Factores de seguridad y probabilidad cualitativa con obras de mitigación, barrio la Esperanza.

Análisis	F.S. Fellenius	F.S. Bishop	F.S. Janbú	F.S. Spencer	PROBABILIDAD CUALITATIVA
Análisis estático falla circular, barrio la Esperanza, con obras de mitigación.	2.082	2.157	2.214	2.214	BAJO
Análisis dinámico falla circular, barrio la Esperanza. Aceración sísmica de 0.15g, con obras de mitigación.	1.383	1.409	1.429	1.430	BAJO

7.2 ZONIFICACION POR AMENAZA GEOTECNICA.

En este capítulo se condensan los resultados de los análisis de estabilidad y deformaciones probables bajo condiciones extremas realizados, especialmente para los sitios más críticos del casco urbano de la población y se plasman en mapas, de acuerdo con las ponderaciones cualitativas establecidas al inicio de este capítulo. Se elaboraron dos mapas: el primero de probabilidad de falla cualitativa con los factores de seguridad obtenidos y el segundo con base en las deformaciones probables, habida cuenta de que su magnitud, aún bajo condiciones de estabilidad, puede llegar a causar daños sobre las viviendas.

En las Figuras 82 y 83 se presentan los mapas de zonificación de probabilidad de falla por deslizamiento, evaluado mediante factores de seguridad y probabilidad de falla y el de zonificación por la magnitud de las deformaciones probables. A su vez en la Figuras 84 y 85 se presenta los mapas de zonificación de probabilidad de falla por deslizamiento con obras de mitigación.

Figura 82. Zonificación por factor de seguridad o probabilidad de falla cualitativa.

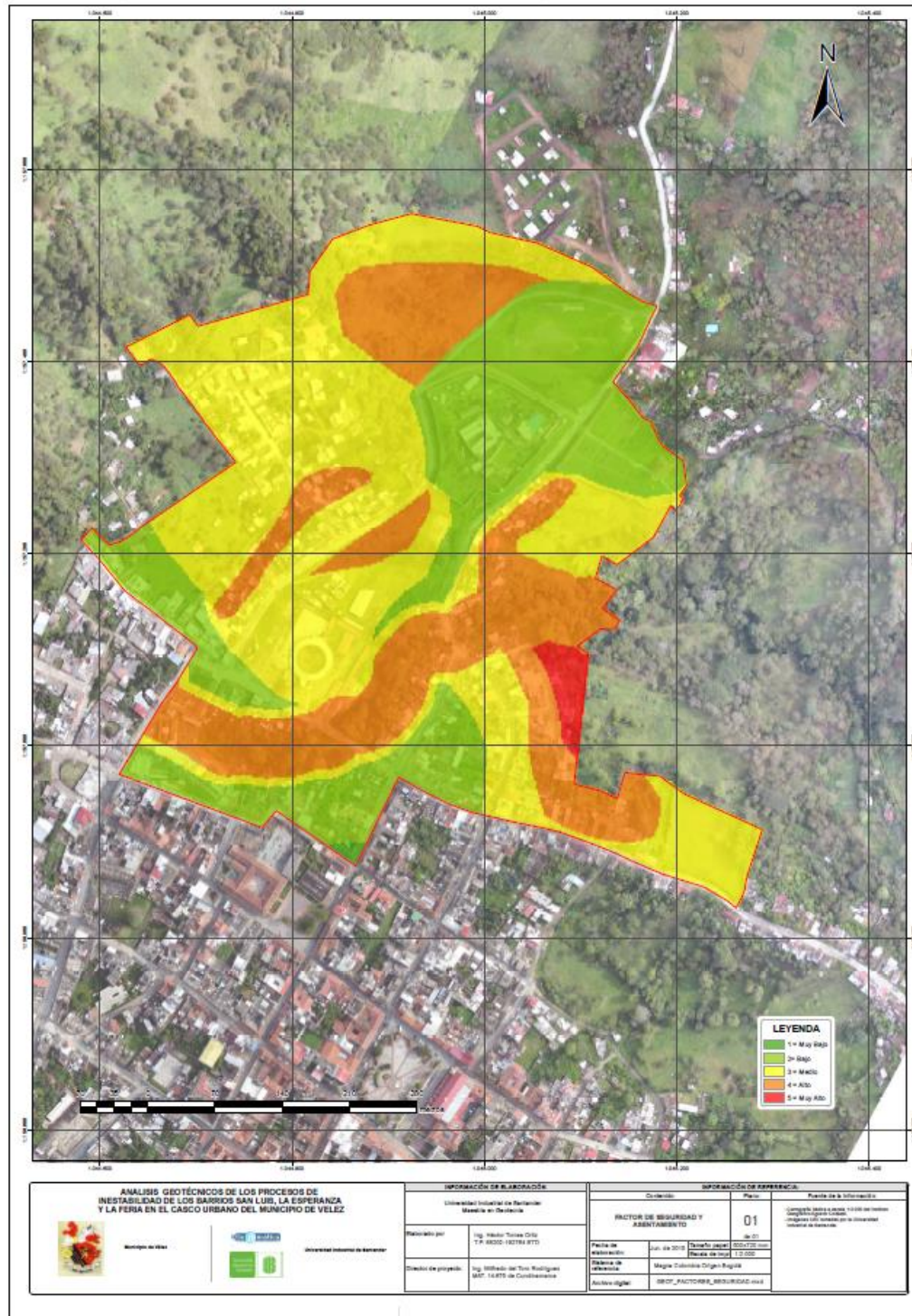


Figura 83. Zonificación por deformación probable, probabilidad de falla cualitativa.

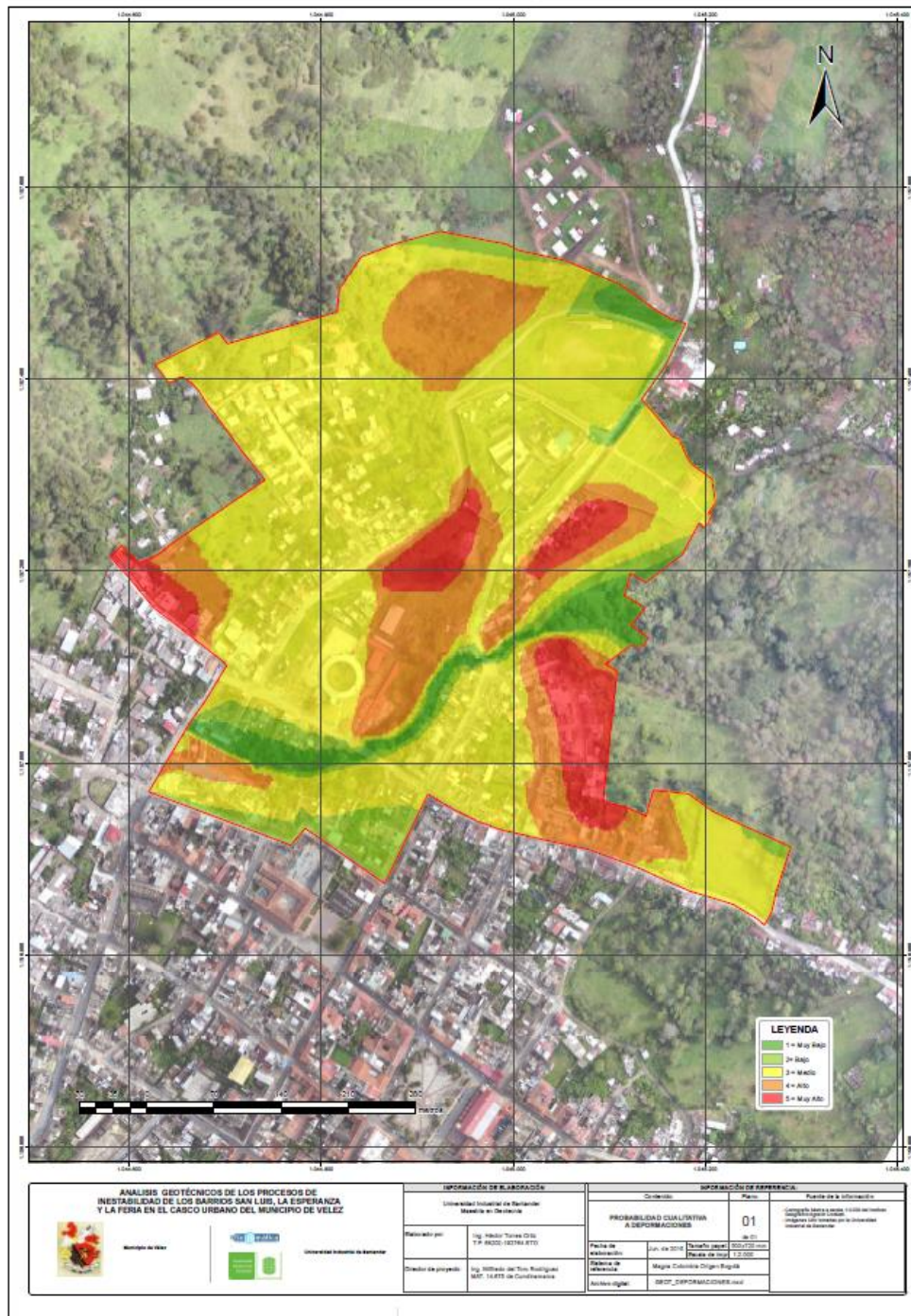
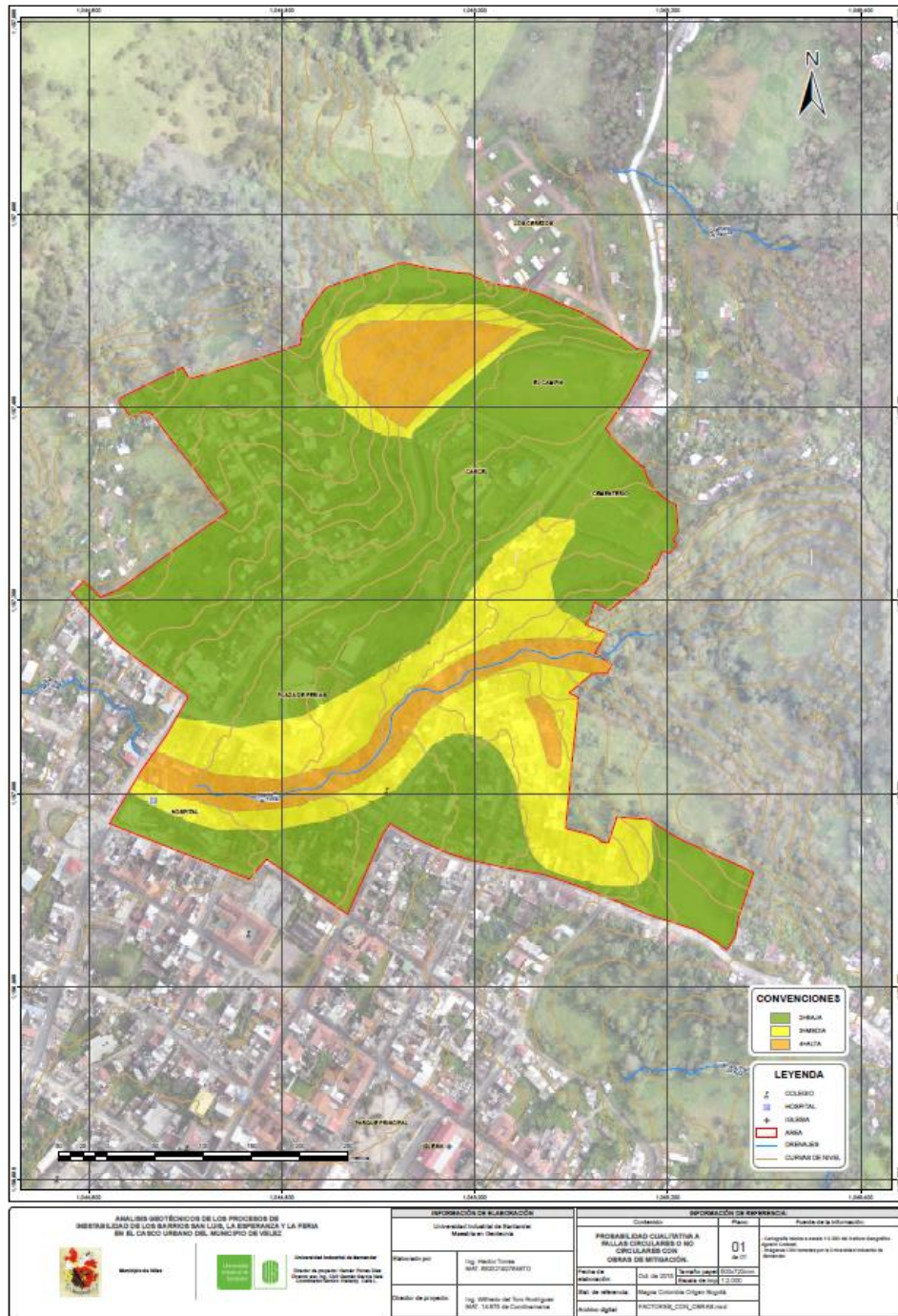


Figura 84. Zonificación por factor de seguridad o probabilidad de falla cualitativa, con obras de mitigación.



Los resultados de los mapas de probabilidad de falla por factor de seguridad y por deformaciones se superpusieron asignando un peso del 50% a cada una de las variables, con lo cual se generó el mapa global de probabilidad de falla con obras y sin obras de mitigación (Figura 86 y 87) en el que las coloraciones anteriormente mencionadas, tienen el mismo significado.

Se delimitaron las siguientes zonas, según el grado de amenaza:

7.2.1 Zonas de amenaza baja y muy baja.

En estas zonas no se han presentado eventos recientes de importancia, lo que las hace calificar con un bajo a nulo potencial a la ocurrencia de movimientos en masa. Los suelos del sector central del casco urbano son susceptibles a movimientos superficiales, por lo que se pueden presentar eventuales reptaciones y flujos superficiales.

7.2.2 Zonas de amenaza media

Son zonas susceptibles a los movimientos con un moderado potencial de ocurrencia de movimientos en masa. Estas zonas se encuentran por lo general en sectores de morfología ondulada, en donde se pueden presentar flujos, deslizamientos rotacionales y reptaciones. Se esperaría que la severidad de los daños sea de moderada a leve con base en la frecuencia de los procesos y presencia de edificaciones con algunas fisuras.

Estas zonas presentan suelos sueltos superficiales, por lo general con pendientes entre 10-30°, formando por lo general laderas. Los materiales presentes están conformados predominantemente por limos arcillosos seguidos de roca limolita, fisil y laminadas de la Formación Paja, las cuales desarrollan suelos residuales, plásticos. Según los modelos determinísticos de estabilidad correspondientes a escenario bajo condiciones saturadas y con sismo, presentan factores de seguridad estáticos entre $1.2 < F.S. < 1.5$, dinámicos entre $1.0 < F.S. < 1.2$, y con deformaciones probables entre 6 y 10 milímetros, calificándolas como laderas medianamente estables. En los mapas corresponden a zonas identificadas con color amarillo.

7.2.3 Zonas de amenaza alta

Estas zonas son susceptibles a los movimientos de remoción en masa y es de esperarse grandes deformaciones, deslizamientos y agrietamiento en las viviendas. Se puede

calificar con un alto potencial a la ocurrencia de movimientos en masa. Con el objeto de impedir el progresivo desarrollo de los actuales procesos inestables, se sugiere la intervención de estos sectores, así como la implementación de obras de mitigación y control en los sitios críticos identificados.

Son zonas con afloramientos de suelos sueltos entre profundidades de 2.0 a 5.0 metros aproximadamente, seguidos de roca algo meteorizada de limolitas laminadas, físis de la Formación Paja, las cuales desarrollan suelos residuales plásticos. Sin embargo se encuentran algunos depósitos recientes, sueltos, afectados por movimientos en masa y algunos llenos antrópicos, por lo general cubiertos por construcciones urbanas y por vegetación secundaria de tipo arbustivo y herbáceo. Son en buena parte el resultado de cambios de uso del suelo que han afectado las geoformas naturales y los drenajes naturales de la zona. Según los modelos determinísticos de estabilidad, correspondientes a un escenario bajo condiciones saturadas y con sismo, presentan factores de seguridad estáticos $1.0 < F.S. < 1.2$, dinámicos $0.8 < F.S. < 1.0$, y con asentamientos probables entre 10 y 14 milímetros, calificándolas como laderas de amenaza alta. En los mapas se identifican con el color anaranjado.

7.2.4 Zonas de amenaza muy alta.

Estos sectores corresponden a deslizamientos activos, que en las épocas de lluvias presentan grandes desplazamientos. Se encuentran ubicados en el barrio San Luis, junto a la quebrada las Flores, en La parte oriental del barrio Santa Teresita y el costado occidental del Barrio San Andresito. Estos movimientos se caracterizan por su avance retrogresivo, es decir, que de no intervenir las áreas afectadas, estos se incrementarán durante las épocas de lluvia. Para estos sectores se recomienda obras de control. Según los modelos determinísticos de estabilidad, correspondientes a un escenario bajo condiciones saturadas y con sismo, presentan factores de seguridad estáticos $F.S. < 1.0$, dinámicos $F.S. < 0.8$, y con asentamientos probables mayores de 14 milímetros, calificándolas como laderas sobre deslizamiento activo. En los mapas se identifican con el color rojo.

Figura 86. Zonificación por probabilidad de falla geotécnica.

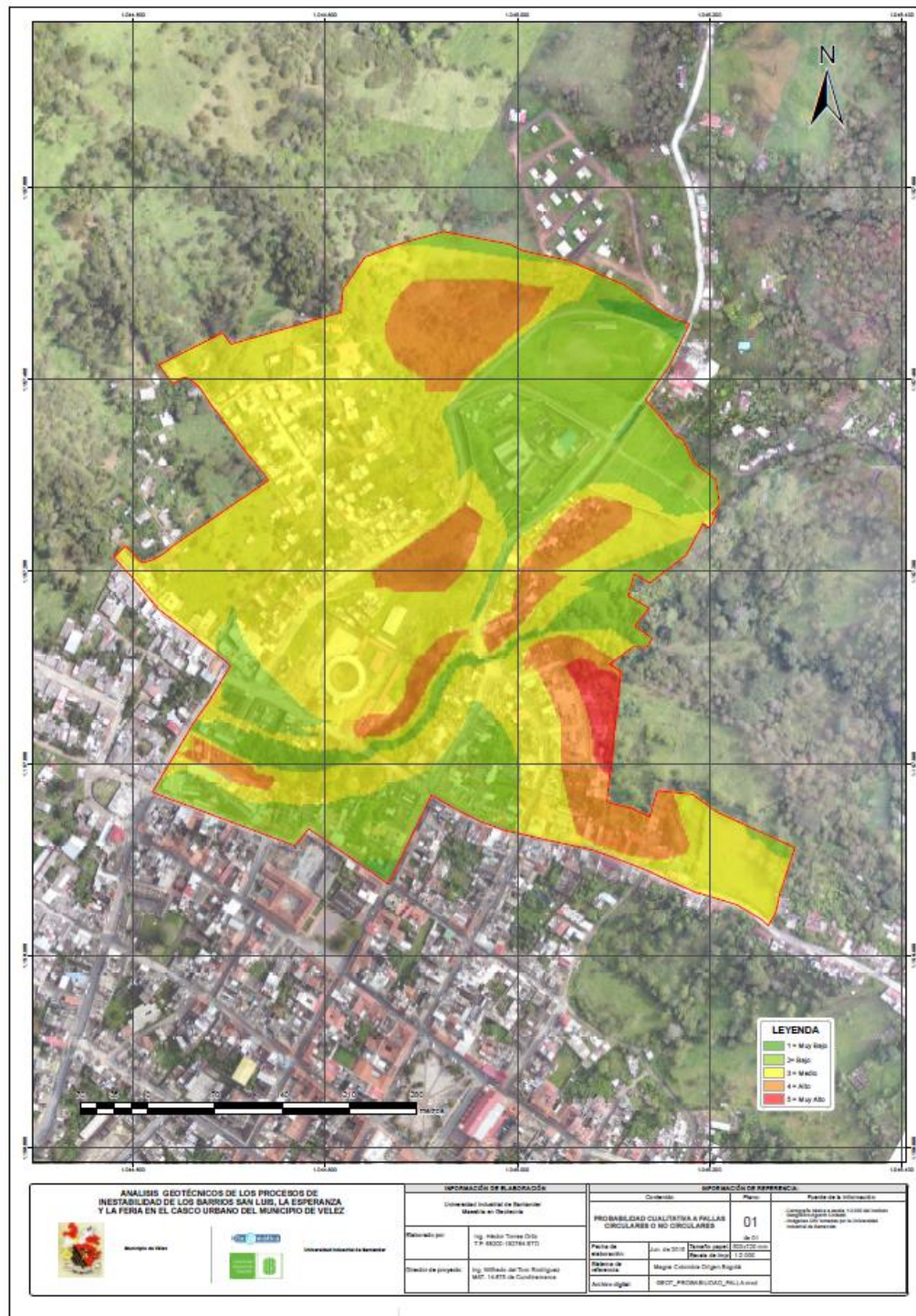
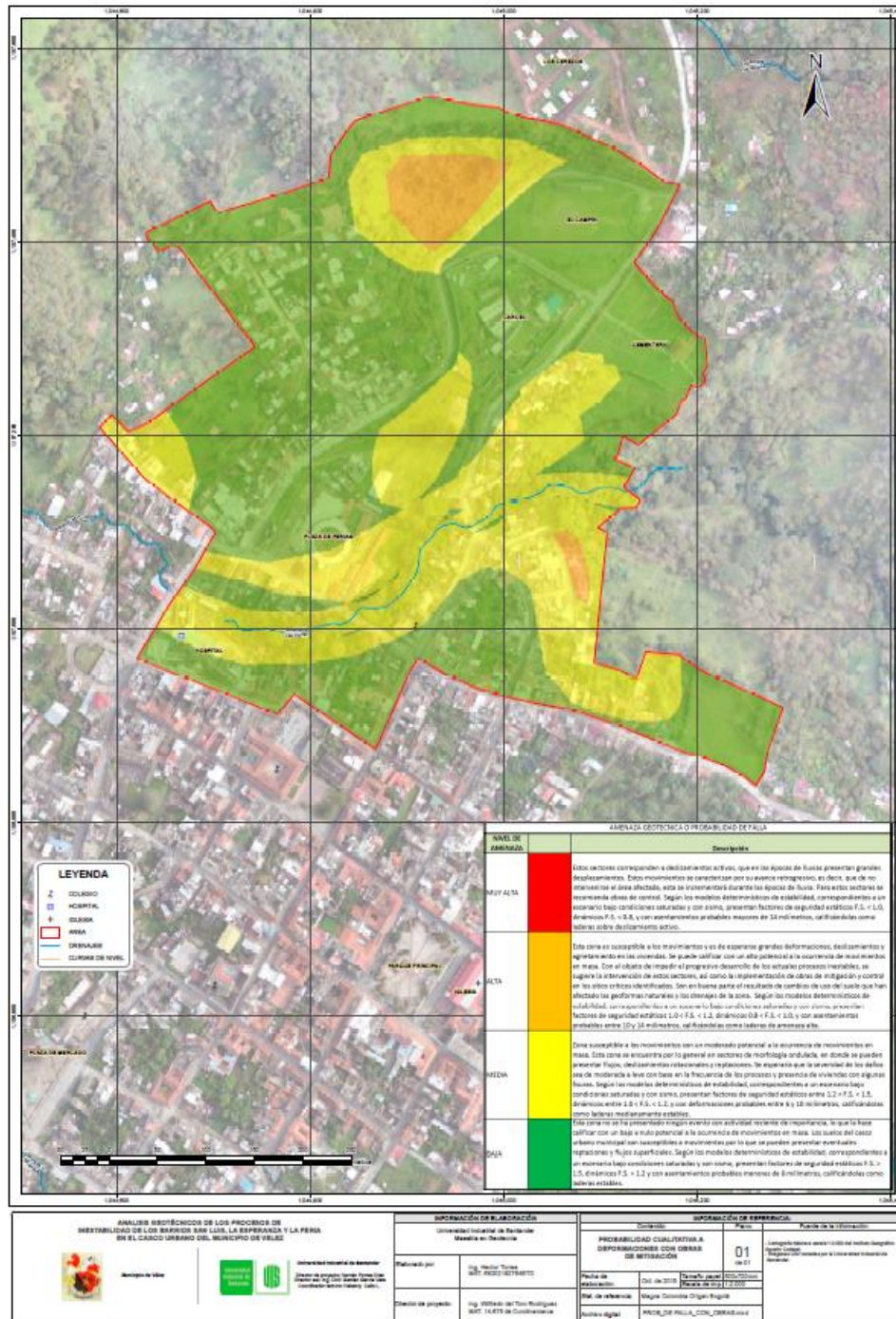


Figura 87. Zonificación por probabilidad de falla geotécnica, con obras de mitigación.



8. MEDIDAS DE MITIGACION.

La disminución de la amenaza va de la mano con los efectos de las medidas de mitigación que se tomen para controlar eficazmente los deslizamientos. Los métodos de estabilización de suelos mediante el control de aguas superficiales y subterráneas, de acuerdo con la problemática identificada en la zona urbana de Vélez, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de obras de contención, en cuanto tienden a desactivar la presión de poros, aumentar la resistencia al corte y eliminar las fuerzas hidrostáticas desestabilizantes de los suelos y formas topográficas de la zona.

Este capítulo pretende recomendar obras de carácter geotécnico y civil para mitigar los efectos de los procesos morfodinámicos estudiados en los capítulos anteriores, que han afectado la zona. Principalmente, se plantearán obras que busquen abatir el nivel freático, adicionalmente, obras que no aporten peso, ya que los suelos presentan propiedades geo-mecánicas bajas y llegado el caso que sea necesario estas obras deben cimentarse en el manto rocoso.

8.1 OBRAS DE CONTROL DE HUMEDAD

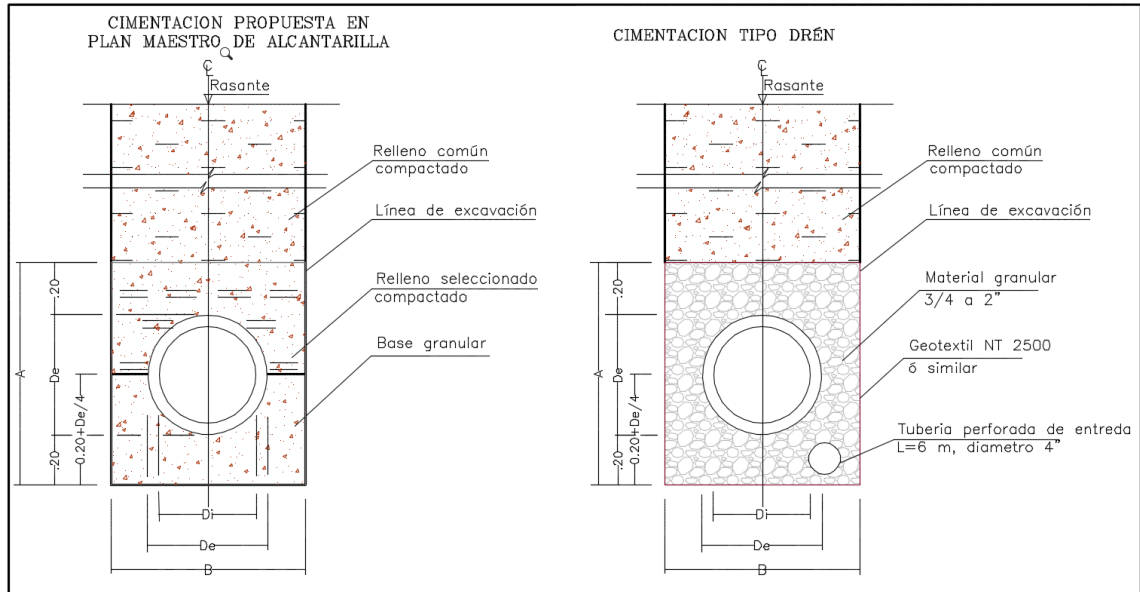
Se proponen, de esta forma cuatro estrategias para controlar la humedad permanente en el suelo de la zona, ya que este es uno de los factores de mayor importancia para la ocurrencia de los fenómenos naturales referenciados.

8.1.1 DRENES

Uno de los factores detonantes de los problemas de inestabilidad en el municipio de Vélez es su sistema de alcantarillado el cual en su mayoría se encuentra construido en tubería de gres. La susceptibilidad de los suelos a movimientos genera roturas de alcantarillado que terminan infiltrando sus aguas, adicionalmente la existencia de viviendas antiguas las cuales presentan sistema de recolección tipo cloaca (según información de población), generando saturación de los materiales. El municipio se encuentra ajustando el plan maestro de alcantarillado, por lo que se plantea la construcción de un filtro longitudinal en la excavación de tubería pluvial; esta obra se debe construir en todas las carreras

(transversales en la dirección del Flujo) y entregar en cada pozo de alcantarillado pluvial, a continuación se presentan esquemas de dren propuesto:

Figura 88. Cimentación tipo dren para alcantarillado pluvial sobre carreras.

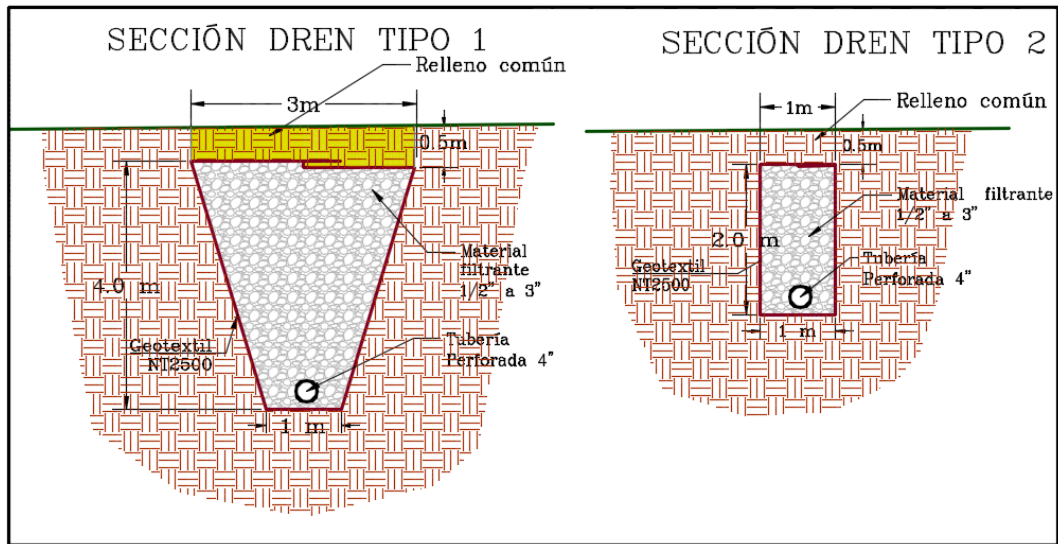


Fuente: Modificado del plan maestro de alcantarillado.

Para la construcción de dren se recomienda la colocación de geotextil, el cual es una tela filtrante, construido con fibras de sintéticos. Los geotextiles recomendados son los no tejidos, los cuales se diferencian por los perforados con alfileres, los pegados al calor y los pegados con resinas.

Adicionalmente se plantea la construcción de drenes en los lugares donde se presenten evidencia de movimientos (Ver Anexo 5. Planos de obras), se plantea la construcción de filtros con geotextil no tejido y material filtrante (Filtro Francés), en parte alta del barrio la Esperanza y el barrio La Feria parte baja de la Carrera 4 (Ver Anexo 5. Planos de obras). Este sistema recoge las aguas cercanas, las encamina hacia sistemas de desagüe adecuados para evitar que el avance de este tipo de procesos siga su curso.

Figura 89. Sección de filtro propuesto.



8.1.2 ESTRUCTURAS HIDRAULICAS

Para disminuir la infiltración de agua en sectores donde se detecten fugas se recomienda construir canales colectores, descoles y canales en gradería de dissipación de energía en el barrio la Esperanza y que entregue sus aguas en la quebrada las Flores (Ver Anexo 5. Planos de obras). Los canales son adecuados de la misma forma, para suelos susceptibles a la erosión. Deben considerarse primordialmente la impermeabilización de los canales y de la pendiente con la que se construyan para evitar la reinfiltración de las aguas y el taponamiento que produzca cárcavas de erosión localizadas.

En el Barrio San Luis, actualmente las alcantarillas existentes entregan sus aguas sin ningún manejo generando saturación en suelos y arrastre de materiales por lo que se recomienda la construcción de descoles. Frente a la cárcel, existe una alcantarilla la cual entrega sus aguas sin ningún manejo, las cuales drenan a la quebrada Las Flores. Se hace necesario la construcción de descole, a continuación se presenta la sección hidráulica recomendada (Ver Anexo 5. Planos de obras).

Figura 90. Estructura hidráulica propuesta.

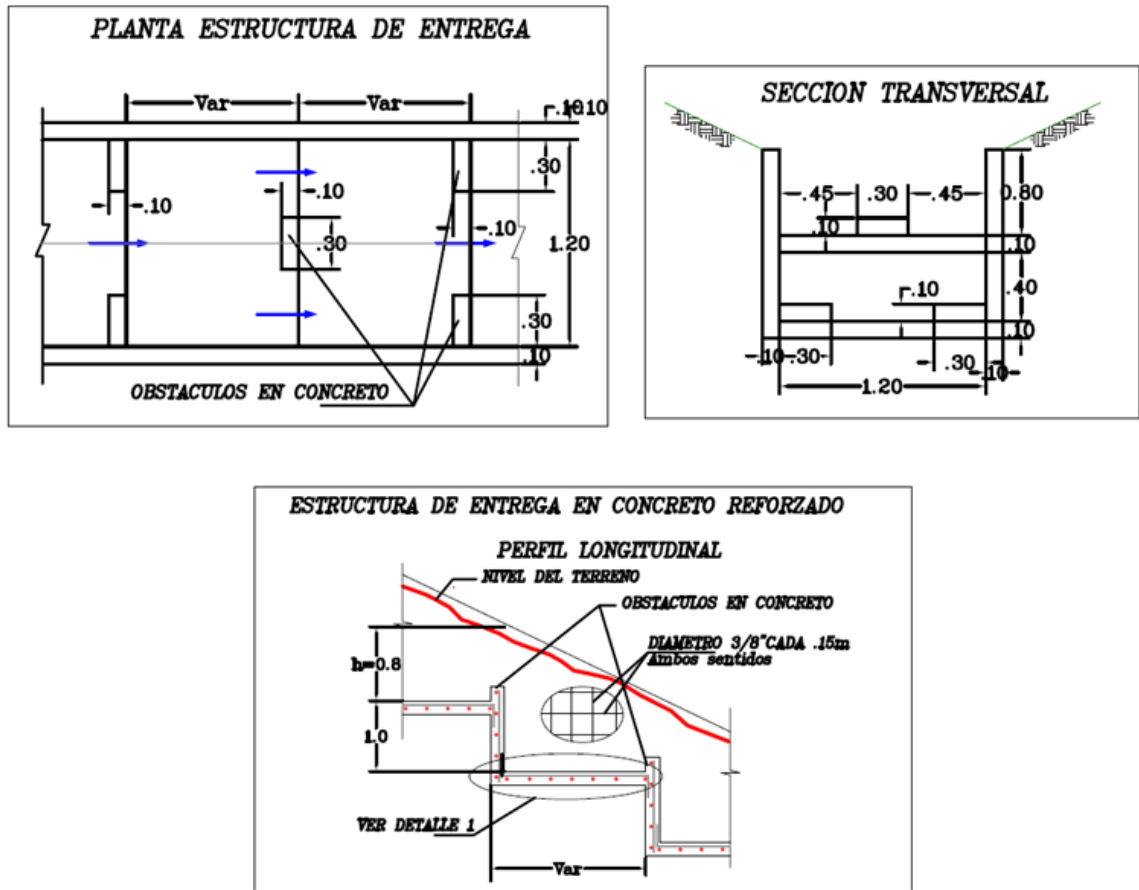
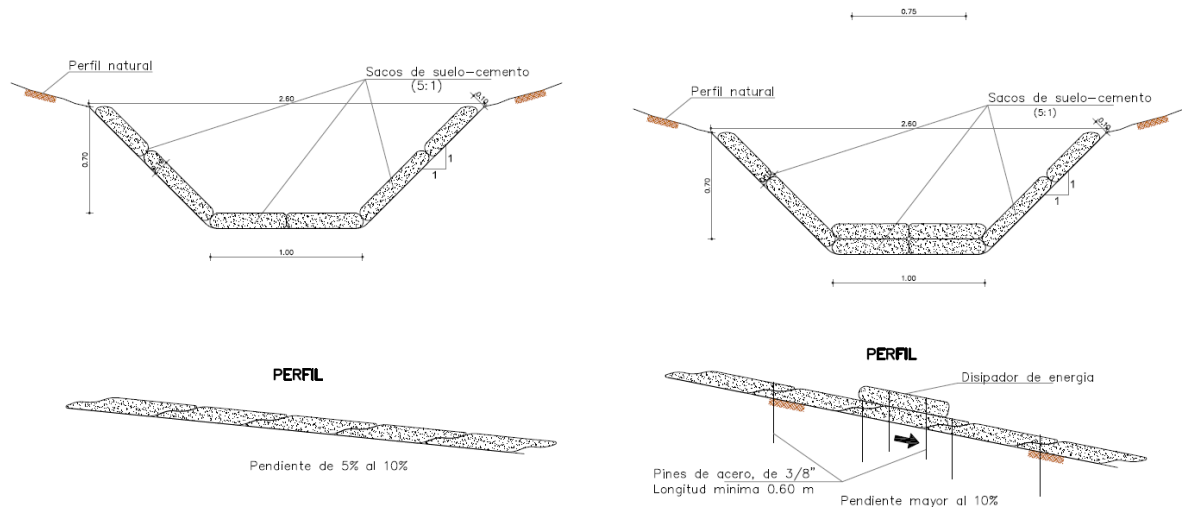


Figura 91. Canal propuesto en suelo cemento.



Fuente: Manual de obras Ecogas.

8.2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Las estructuras de contención tienen como objetivo resistir las fuerzas ejercidas por el suelo a contener y transmitir esa fuerza a la fundación o a un sitio por fuera de la masa en movimiento.

8.2.1 MURO CIMENTADOS EN PILOTES

La existencia de movimientos en vías generando pérdida de banca y la evidencia de movimientos de estructuras de contención cimentadas superficialmente hace necesario la construcción de muros cimentados sobre pilotes. La longitud de los pilotes depende de profundidad del macizo, se recomienda que se alcance como mínimo una profundidad de cimentación de 4.0 metros dentro de la roca. A continuación se presenta esquema general de estructura propuesta:

Figura 92. Vista general de muro sobre pilotes.

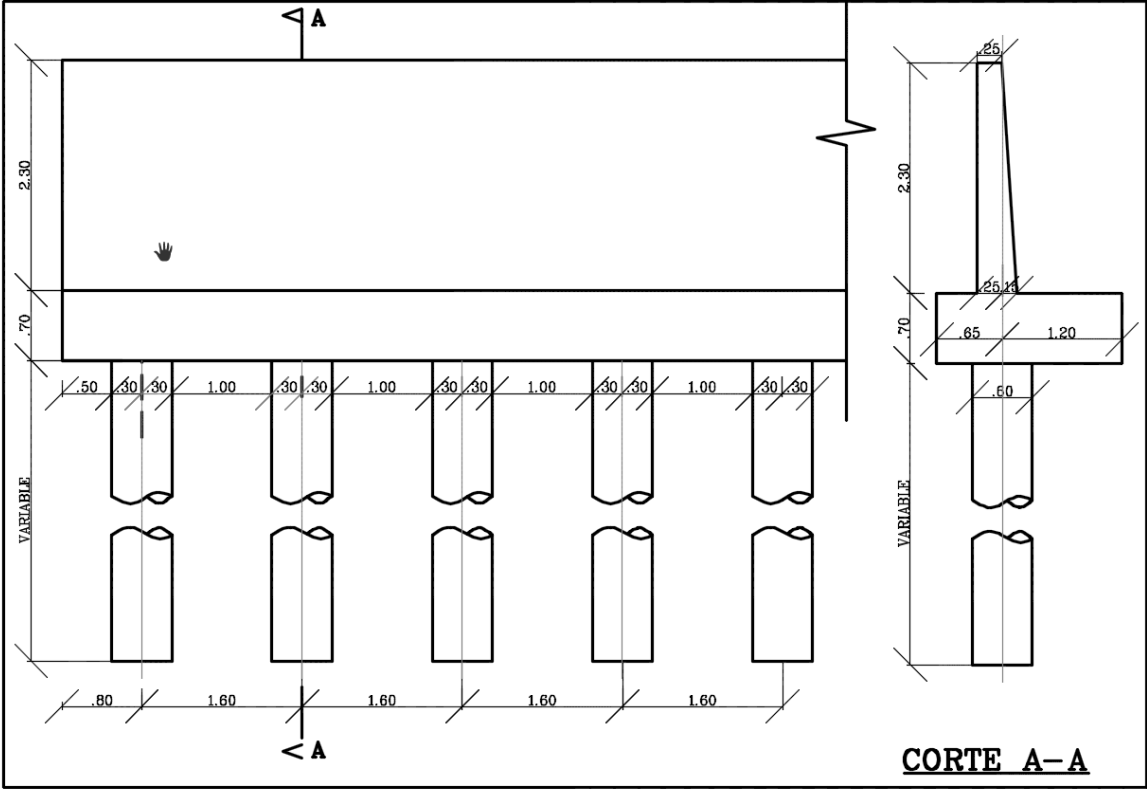
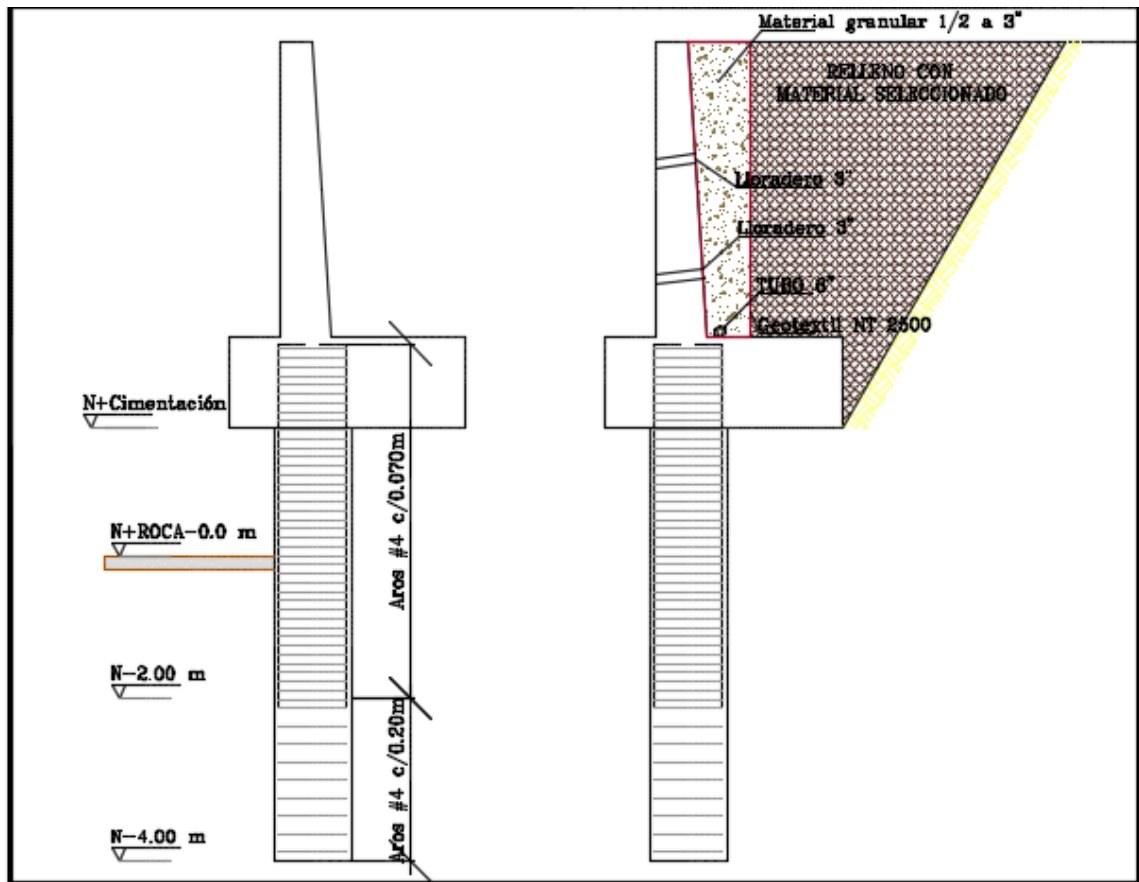


Figura 93. Vista genera de cimentación de muro sobre pilotes.



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este trabajo se presenta una metodología para determinar la amenaza geotécnica, mediante el análisis de los factores que pueden estar influyendo como detonantes a estos problemas. La realización de modelamiento numérico determinístico de equilibrio límite y elementos finitos, involucra aspectos como topografía del terreno, estratigrafía, niveles freáticos, propiedades geomecánicas, entre otras.

La litología existente en la zona de estudio corresponde a suelos residuales de los niveles superiores de la Formación Paja, que corresponden a Limolitas carbonáceas algo a muy meteorizadas. Superficialmente se encuentran, en algunos casos, depósitos de materiales sueltos con bajas propiedades geomecánicas, que suprayacen limos arcillosos de consistencia blanda a media baja y de media a alta deformabilidad, no apta para la cimentación de estructuras y muy susceptible a pérdida de propiedades en función de su humedad.

Los resultados de las exploraciones de campo y laboratorio han permitido establecer unas zonas homogéneas en los barrios La Esperanza, La Feria y San Luis en el área urbana del municipio de Vélez. En general, estas zonas se han definido teniendo en cuenta los tipos de suelos superficiales, el espesor de los suelos residuales, la profundidad de la roca y muy especialmente los niveles freáticos.

Se destaca que los suelos superficiales se encuentran con altos contenidos de humedad y en algunos casos saturados, siendo éste uno de los factores detonantes de los procesos de inestabilidad de los taludes y laderas, y deformabilidad de los suelos. Por tal razón, la mayor parte de las obras que se proponen para mitigación de la amenaza, consisten en la construcción de estructuras de drenaje, con el fin de captar las aguas de infiltración y abatir los niveles freáticos. Drenes interceptores longitudinales de zanja se han propuesto con carácter prioritario en el barrio La Esperanza y la carrera cuarta en el barrio San Luis, entre la más importantes.

Se considera que estas estructuras de drenaje deben implementarse, con la misma finalidad, en aquellas áreas de futura expansión o de futuro uso de desarrollo urbano, como parte preparatoria del terreno antes de la construcción.

Igualmente se proponen algunas obras de contención, en sitios donde se han observado movimientos activos, que pueden generar daños en estructuras viales o de servicios y de viviendas, como el caso de la carrera 6ª en la parte baja del barrio La Esperanza. Estas estructuras deben ser cimentadas sobre roca y en algunos casos dentro de la roca, para que sean eficientes en la contención de los movimientos.

Se considera de importancia, el que se adopten estructuras de cimentación acordes con las condiciones de suelos, teniéndose en cuenta que la inestabilidad de estos están ligados a sus altos niveles de humedad sobre terrenos de alta impermeabilidad natural como son las rocas subyacentes, de modo que incluso en los terrenos planos que no sean objeto de las obras de subdrenaje acá propuestas, en el caso de las edificaciones a construirse, requerirían cimentaciones más próximas a la roca dura subyacente y de estructuras especiales como pilotes, caissons, etc, cuando se trate de rellenos antrópicos, como en el caso de barrios como La Feria y San Luis.

Se considera que un cambio en el uso del suelo, especialmente en la parte alta del Barrio la Esperanza, aplicando cultivos de especies que requieran grandes cantidades de agua, puede ayudar en la disminución de la cantidad de agua que se infiltra en los suelos hacia la parte baja.

Es importante destacar que la amenaza por fenómenos de remoción en masa es dinámica y por tanto cambiante con el tiempo. Es probable que dependiendo del grado de intervención que hayan tenido las laderas, en cuanto a avance de urbanización y obras de mitigación, el panorama del mapa de amenazas tenga cambios importantes en el tiempo. Por lo tanto, es importante realizar actualizaciones del mapa que aquí se presenta, por lo menos cada cinco años, para lo cual se recomienda realizar las obras de mitigación que se proponen y aplicar los controles en los procesos constructivos, de acuerdo con las medidas que se deriven de la aplicación de este estudio y con la misma metodología acá empleada.

BIBLIOGRAFIA

INGEOMINAS (1984). Geología de la Plancha 170 Vélez, escala 1:100.000. Por C. Ulloa M. y E. Rodríguez M. Bogotá, 1984.

MORA C., S., and VAHRSON, W. G. (1994). Macrozonation methodology for landslide hazard determination. Association of Engineering Geologists Bulletin, Vol. XXXI, No. 1, 1994.

Alcaldía Municipal de Vélez Santander. Esquema de ordenamiento territorial Vélez Santander 2004- 2007. EOT Velez Santander 2004-2007. Vélez- Colombia. 2004-2007.

GONZALES DE VALLEJO, L., FERRER, M, ORTUÑO, L. y OTERO, C. Ingeniería geológica. PEARSON EDUCACION, Madrid, 2002. Pag. 607-665.

SUAREZ, J. Deslizamientos. Bucaramanga: publicaciones UIS, 2009.

TERZAGHI, K. PECK, R., and MESRI, G. Soil Mechanics in Engineering Practice, 3rd Ed., 1996. J Wiley & Sons, Inc.

MONSALVE SÁENZ, Hidrología en la ingeniería, 2da Ed. Escuela Colombiana de Ingenieros, 1995.

SUAREZ, J. Deslizamientos y Estabilidad de taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga: publicaciones UIS, 1998.

VARGAS, G., Problemas Geológicos en los barrios el Palenque, Santa Teresita Y Ricaurte, municipio de Vélez, Santander, Servicio geológico colombiano (INGEOMINAS), 1988.

SEPÚLVEDA, S. Metodología para evaluar el peligro de flujo de detritos en ambientes montañosos. Aplicación en la quebrada las Cañas, Región Metropolitana, Santiago. Universidad de Chile, Departamento de Geología. 1998.

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA (ASI). Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogota: AIS, 2010

DAS, BRAJA M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 5ta Ed. CENGAGE Learning, 2010.

CASTRO, H. Concepto Técnico Sobre Movimientos en Masa en la Cabecera Municipal de Vélez, Santander. Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS).

IBÁÑEZ, D. concepto técnico sobre agrietamiento que afecta el casco urbano del municipio de Vélez (Barrios la Feria, La esperanza y San Luis), departamento de Santander. Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS). 2008.

APARICIO, F. Fundamentos de hidrología superficial. Limusa Noriega. México, D.F. 1993.

VARNES, D. J. Slope movement types and processes. In: "Landslides, analysis and control", R. L. Schuster and R. J. Krizek, eds., Transportation Research Board, National Research Council. Special Report 176, National Academy Press, Washington D.C., 1978.

PORRAS LARROTA, L.y VIENA CASTAÑO, F. Trabajo de grado Geología. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisico- Química. Departamento de geología, 2003. 52p.

REYES MENDOZA, G. Consultoría para elaborar la caracterización de la geología regional y local y apoyar la evaluación de la amenaza y riesgo geológico por movimientos en masa en el municipio de Vélez por la Universidad Industrial de Santander, Julio 2014.

VILLAMIZAR TORRES, German. Consultoría para la caracterización geomorfológica del área urbana suburbana y rural del municipio de Vélez y apoyar la evaluación de amenaza por movimientos en masa de las áreas en estudio por la Universidad Industrial de Santander, Julio 2014.

MORENO TORRES, L. Consultoría para elaborar el estudio Hidrológico e Hidrogeológico de área urbana del municipio de Vélez y del centro poblado de Alto Jordán por la Universidad Industrial de Santander, Julio 2014.

Álvarez R., M., y Bueno S., E., O. (1994). Evaluación geotecnia y mapa de aptitud para el uso urbano del municipio de Vélez, Santander. Tesis de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2014.

ANEXO A. PERFIL ESTRATIGRAFICOS

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**INGENIERIA
& SUELOS**

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S

NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281286







EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	20-oct-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VELEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	4
LOCALIZACION:	N 08° 00.995' E 73° 40.232'	PROF:	0.00- 10.00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"	
0,00	0,50			Relleno compuesto por limos arenosos, húmeda, poco permeable, algo resistente de color marrón con trozos de ladrillo.	27,2	74,5	19,4	6,0	44,7	29,4	15,3	1	4	3	7
0,50	1,00		ML									3	3	3	6
1,00	1,50		ML									4	4	5	9
1,50	2,00			Relleno suelto compuesto por limos arcillosos plásticos, poco permeables, poco resistentes de color marrón con escombros de construcción.	41,4	82,3	16,7	1,0	53,4	34,3	19,1	4	5	5	10
2,00	2,50		MH									5	6	5	11
2,50	3,00		MH									7	5	5	10
3,00	3,50			Relleno suelto compuesto por limos arcillosos plásticos, poco permeables, algo resistentes de color marrón con escombros de construcción.	35,4	89,5	7,5	3,1	47,1	31,1	16,0	3	4	5	9
3,50	4,00		ML									7	6	6	12
4,00	4,50			Relleno compuesto por arcillas, húmedas, poco permeables algo resistentes de color amarillo y negro con gravas negras, al final con presencia de escombros de construcción.	28,1	75,1	13,2	11,7	47,9	26,7	21,2	4	5	4	9
4,50	5,00		CL									5	5R	RT	5R
5,00	5,50	13%		Limolita arcillosa, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
5,50	6,00		SS									RT	RT	RT	RT
6,00	6,50	21%	SS									RT	RT	RT	RT
6,50	7,00		SS									RT	RT	RT	RT
7,00	7,50			Limolita arcillosa algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
7,50	8,00	45%	SS									RT	RT	RT	RT
8,00	8,50		SS									RT	RT	RT	RT
8,50	9,00		SS									RT	RT	RT	RT
9,00	9,50		SS									RT	RT	RT	RT
9,50	10,00		SS									RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freático 6 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

 Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

ING. JAVIER CABALLERO ESTEBAN -MAT. 68202150761 STD

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERIA & SUELOS S.A.S.

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
 NIT 900492967-1
 ingenieriasuelos@gmail.com
 Cel: 316-5281286



EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	23-oct-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	5
LOCALIZACION:	N1157109_E1045043	PROF:	0,00- 10,00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"	N
0,00	0,50			Relleno compuesto por arcilla plastica, húmeda, poco permeable, algo resistente de color marrón con trozos de ladrillo.	23,3	81,6	8,5	9,9	42,7	25,0	17,7	2	1	2	3
0,50	1,00		CL									2	2	6	8
1,00	1,50		CL									3	4	4	8
1,50	2,00		CL									4	3	2	5
2,00	2,50			Suelo residual compuesto por arcilla muy plástica, húmeda, poco permeable, algo resistente de color marrón y negra con gravas finas	20,3	89,3	6,6	4,1	56,4	29,0	27,4	4	19	16	35
2,50	3,00		CH									8	11	13	24
3,00	3,50		CH									9	8	10	18
3,50	4,00		CH									10	11	11	22
4,00	4,50		CH									13	11	11	22
4,50	5,00			Suelo residual compuesto por limos arcillosos plásticos, húmeda, poco permeable, algo resistente de color marrón y negra con gravas finas	22,9	74,7	10,4	14,8	43,1	27,2	15,9	10	11	12	23
5,00	5,50		ML									9	9	11	20
5,50	6,00		ML									11	10	11	21
6,00	6,50		ML									11	11	12	23
6,50	7,00			Suelo residual compuesto por arcilla plástica, húmeda, poco permeable, algo resistente de color marrón con presencia de gravas de color negro	21,0	74,4	16,4	9,2	47,8	27,2	20,6	13	12	13	25
7,00	7,50		CL									13	15	15	30
7,50	8,00		CL									17	21	22	43
8,00	8,50			Limolita arcillosa, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.	25,4	92,8	4,8	2,4	51,9	30,2	21,7	RT	RT	RT	RT
8,50	9,00		MH									RT	RT	RT	RT
9,00	9,50		MH									RT	RT	RT	RT
9,50	10,00		MH									RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES:

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos Suelo suelto y rellenos.
 L.L.=Limite Líquido. % S = Porcentaje de arena Suelos coluviales
 L.P = Limite Plástico % G= Porcentaje de gravas Suelos residual
 I.P.= Índice Plástico W= humedad Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN REVISO : ING. JAVIER CABALLERO

ING. JAVIER CABALLERO ESTEBAN -MAT. 68202150761 STD







REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		25-oct-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		6					
LOCALIZACION:		N1157137_E1044950						PROF:		0,00- 10,00 metros					
PROF. m	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N	
	Inicio	Fin			RQD	USCS	% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"		12"
0,00	0,50											2	2	3	5
0,50	1,00											2	2	2	4
1,00	1,50											2	2	2	4
1,50	2,00		ML	30,1	82,1	17,2	0,8	47,5	31,3	16,1		3	2	3	5
2,00	2,50											3	3	4	7
2,50	3,00											4	4	5	9
3,00	3,50											6	5	4	9
3,50	4,00		ML	26,5	73,8	22,9	3,3	37,4	26,2	11,2		4	4	4	8
4,00	4,50											5	5	6	11
4,50	5,00		ML	21,1	71,2	20,8	8,0	43,0	29,0	14,0		15	18	26	44
5,00	5,50											RT	RT	RT	RT
5,50	6,00											RT	RT	RT	RT
6,00	6,50											RT	RT	RT	RT
6,50	7,00	22%	SS									RT	RT	RT	RT
7,00	7,50											RT	RT	RT	RT
7,50	8,00											RT	RT	RT	RT
8,00	8,50	25%										RT	RT	RT	RT
8,50	9,00		SS									RT	RT	RT	RT
9,00	9,50	30%										RT	RT	RT	RT
9,50	10,00											RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freatico a 2,8 metros

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G = Porcentaje de gravas
W= humedad

 Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN REVISO : ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**INGENIERIA
& SUELOS**
S.A.S

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S

NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281288



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		04-dic-14																				
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		7																				
LOCALIZACION:		N1045041 E1157209						PROF:		0,00-10,00 metros																				
PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N																		
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	N															
0,00	0,50		ML	Suelo suelto compuesto por limos arcillosos, plásticos, poco resistentes, húmedos de color marrón con amarillo.																		3	3	4	7					
0,50	1,00																					3	3	3	6					
1,00	1,50																					4	4	3	7					
1,50	2,00																					3	4	4	8					
2,00	2,50		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, algo resistentes, húmedos de color amarilla con vetas marrones	26,6	72,3	21,6	6,1	45,3	31,1	14,2													2	3	4	7			
2,50	3,00																							4	4	6	10			
3,00	3,50																							5	6	6	12			
3,50	4,00																							5	5	5	10			
4,00	4,50		CL	Suelo residual compuesto por arcillas limosas, plásticos, algo resistentes, húmedas de color amarillo con vetas marrones	30,4	90,9	9,0	0,1	44,6	26,4	18,1															5	6	7	13	
4,50	5,00																									7	7	7	14	
5,00	5,50																									8	8	9	17	
5,50	6,00		MH	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, algo resistentes, húmedos de color amarilla con negro.	31,2	96,2	3,8	0,0	51,2	29,1	22,1																7	7	7	14
6,00	6,50																										8	8	8	16
6,50	7,00																										8	9	10	19
7,00	7,50		CL	Suelo residual compuesto por arcillas limosas, plásticos, resistentes, húmedas de color amarillo con afloramiento de roca al final del estrato.	20,7	66,5	30,9	2,6	34,3	22,5	11,8																8	9	10	19
7,50	8,00																										12	14	18	32
8,00	8,50																										19	20	21	41
8,50	9,00		SS	Limolita arcillosa muy fracturada, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.																							RT	RT	RT	RT
9,00	9,50																										RT	RT	RT	RT
9,50	10,00																										RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: _____

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos Suelo suelto y rellenos.
 L.L. = Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena Suelos coluviales
 L.P. = Límite Plástico % G = Porcentaje de gravas Suelos residual
 I.P. = Índice Plástico W = humedad Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO







INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
 NIT 900492967-1
 ingenieriaysuelos@gmail.com
 Cel: 316-5281286



EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	25-oct-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	8
LOCALIZACION:	N1045041_E1157210	PROF:	0.00- 10.00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N											
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"												
0,00	0,50			Suelo suelto compuesto por limos arcillosas, plásticos, poco resistentes, húmedos de color marrón con amarillo.												1	3	2	5							
0,50	1,00															3	3	3	6							
1,00	1,50															4	4	5	9							
1,50	2,00		ML													43,0	95,1	4,4	0,4	45,2	29,9	15,3	4	4	4	8
2,00	2,50			Suelo residual compuesto por arcillas limosas, plásticos, algo resistentes, húmedos de color marrón con amarillo.												3	3	5	8							
2,50	3,00															5	6	5	11							
3,00	3,50															7	6	7	13							
3,50	4,00		CL													28,1	91,1	7,9	1,0	47,0	25,9	21,1	8	8	8	16
4,00	4,50			Suelo residual compuesto por arcillas muy plásticas, algo resistentes, húmedos de color gris con amarillo.												8	6	7	13							
4,50	5,00															8	7	8	15							
5,00	5,50		CH													32,9	96,4	3,4	0,2	54,5	29,3	25,2	9	10	11	21
5,50	6,00															7	6	9	15							
6,00	6,50			Suelo residual compuesto por arcillas plásticas, resistentes, húmedos de color gris con amarillo.												12	10	9	19							
6,50	7,00		CL													17,0	64,1	26,0	9,8	42,5	23,6	18,9	11	11	11	22
7,00	7,50															6	8	11	19							
7,50	8,00		CL													12,6	79,2	20,0	0,8	33,8	21,6	12,2	13	25	40	65
8,00	8,50			Limolita arcillosa muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.												RT	RT	RT	RT							
8,50	9,00		SS													RT	RT	RT	RT							
9,00	9,50															RT	RT	RT	RT							
9,50	10,00															RT	RT	RT	RT							

OBSERVACIONES:

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos  Suelo suelto y rellenos.
 L.L.=Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena  Suelos coluviales
 L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas  Suelos residual
 I.P.= Índice Plástico W= humedad  Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO



EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	25-oct-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	8
LOCALIZACION:	N1045041_E1157210	PROF:	10.00- 20.00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	
10,00	10,50		SS	Limolita arcillosa algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
10,50	11,00	58%			RT	RT	RT	RT							
11,00	11,50				RT	RT	RT	RT							
11,50	12,00		SS	Limolita arcillosa muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
12,00	12,50	10%			RT	RT	RT	RT							
12,50	13,00				RT	RT	RT	RT							
13,00	13,50		SS	Limolita arcillosa de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, resistente.							RT	RT	RT	RT	
13,50	14,00	73%			RT	RT	RT	RT							
14,00	14,50				RT	RT	RT	RT							
14,50	15,00		SS	Limolita arcillosa algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente con vetas grises.							RT	RT	RT	RT	
15,00	15,50	53%			RT	RT	RT	RT							
15,50	16,00				RT	RT	RT	RT							
16,00	16,50		SS	Limolita arcillosa algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
16,50	17,00	47%			RT	RT	RT	RT							
17,00	17,50				RT	RT	RT	RT							
17,50	18,00		SS	Limolita arcillosa algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
18,00	18,50	50%			RT	RT	RT	RT							
18,50	19,00				RT	RT	RT	RT							
19,00	19,50				RT	RT	RT	RT							
19,50	20,00				RT	RT	RT	RT							

OBSERVACIONES:

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

Suelo suelto y rellenos.
Suelos coluviales
Suelos residual
Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO



INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
NIT 900492967-1
ingenieriyasuelos@gmail.com
Cel: 316-5281288



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		04-nov-14						
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		9						
LOCALIZACION:		N 09° 01.288' E 73° 40.280'						PROF:		0,00- 10,00 metros						
PROF. m	Inicio	Fin	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
			RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"	
	0,00	0,50			Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, resistentes, húmedos de color amarilla con vetas marrones.								2	4	4	8
	0,50	1,00		ML		22,2	82,8	9,0	8,2	39,4	29,4	10,0	14	14	12	26
	1,00	1,50											15	17	18	35
	1,50	2,00		SM	Suelo residual compuesto por arenas limosas.	10,9	25,1	70,0	4,9	N.L	N.P	-	20	27	35	62
	2,00	2,50			Limolita arcillosa muy fracturada, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
	2,50	3,00											RT	RT	RT	RT
	3,00	3,50		SC		7,8	36,6	47,2	16,2	47,4	26,2	21,3	RT	RT	RT	RT
	3,50	4,00		SS	Limolita arcillosa algo fracturada, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
	4,00	4,50		53%									RT	RT	RT	RT
	4,50	5,00											RT	RT	RT	RT
	5,00	5,50		SS	Limolita arcillosa algo fracturada, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
	5,50	6,00		56%									RT	RT	RT	RT
	6,00	6,50											RT	RT	RT	RT
	6,50	7,00		SS	Limolita arcillosa, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
	7,00	7,50		70%									RT	RT	RT	RT
	7,50	8,00											RT	RT	RT	RT
	8,00	8,50		SS	Limolita arcillosa, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
	8,50	9,00		63%									RT	RT	RT	RT
	9,00	9,50		SS	Limolita arcillosa algo fracturada, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, dura, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
	9,50	10,00		36%									RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1.2 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERIA & SUELOS S.A.S

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281288



EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	08-nov-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	10
LOCALIZACION:	N1157411_E1044998	PROF:	0,00- 10,00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N	
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"		
0,00	0,50			Suelo suelto compuesto por limos arcillosos, muy plásticos, poco resistentes, húmedos de color marrón con contenido de materia orgánica.	38,3	94,7	5,2	0,1	50,5	33,5	17,0	1	2	3	5	
0,50	1,00											3	2	4	6	
1,00	1,50											3	4	4	8	
1,50	2,00		MH									3	4	3	7	
2,00	2,50			Suelo suelto compuesto por limos arcillosos, muy plásticos, poco resistentes, húmedos de color marrón.	28,7	95,9	4,1	0,0	52,9	31,1	21,8	3	5	3	8	
2,50	3,00											4	4	5	9	
3,00	3,50											5	5	6	11	
3,50	4,00		MH									6	7	7	14	
4,00	4,50											6	9	9	18	
4,50	5,00		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, algo resistentes, húmedos de color marrón.								8	10	10	20	
5,00	5,50											11	10	12	22	
5,50	6,00											12	13	14	27	
6,00	6,50		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, resistentes, húmedos de color marrón.									15	16	15	31
6,50	7,00												17	18	23	41
7,00	7,50												3	3	5	8
7,50	8,00		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, algo resistentes, húmedos de color marrón.									5	8	8	16
8,00	8,50												8	8	8	16
8,50	9,00												8	8	9	17
9,00	9,50												10	16	10	26
9,50	10,00												12	12	13	25

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1,20 metros

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN REVISO : ING. JAVIER CABALLERO



REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO





EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	06-nov-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	10
LOCALIZACION:	N1157411_E1044996	PROF:	10.00- 20.00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"	
10,00	10,50		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, algo resistentes, húmedos de color marrón.							4	5	7	12	
10,50	11,00											9	13	13	26
11,00	11,50											13	15	14	29
11,50	12,00		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, resistentes, húmedos de color marrón.							8	10	12	22	
12,00	12,50											16	19	16	35
12,50	13,00					30,2	94,6	5,3	0,1	46,0	28,9	17,1	15	17	16
13,00	13,50		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, resistentes, húmedos de color marrón.							4	9	11	20	
13,50	14,00											14	23	14	37
14,00	14,50											13	20	14	34
14,50	15,00											12	20	20	40
15,00	15,50											24	20	19	39
15,50	16,00		CL	Suelo residual compuesto por arcilla arenosa, algo plástica, resistentes, húmedos de color marrón.	13,4	69,2	27,5	3,3	34,3	17,8	16,5	20	21	23	44
16,00	16,50											RT	RT	RT	RT
16,50	17,00											RT	RT	RT	RT
17,00	17,50											RT	RT	RT	RT
17,50	18,00											RT	RT	RT	RT
18,00	18,50		CL	Suelo residual compuesto por arcilla arenosa, algo plástica, resistentes, húmedos de color marrón.							8	9	11	20	
18,50	19,00											15	17	21	38
19,00	19,50											7	10	14	24
19,50	20,00											17	25	17	42

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1.20 metros

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelo
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

 Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERIA & SUELOS S.A.S

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
 NIT 900492967-1
 ingenieriaysuelos@gmail.com
 Cel: 316-5281286



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		26-oct-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		11					
LOCALIZACION:		N1157411_E1044997						PROF:		0.00- 10.00 metros					
PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	%S	%G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	
0,00	0,50			Suelo residual compuesto por limos arcillosos con gravas (comúnmente cascajo), húmedos, algo resistente de color negro.	12,9	68,4	26,6	5,0	35,8	26,9	8,9	5	8	9	17
0,50	1,00											9	10	12	22
1,00	1,50		ML									12	14	15	29
1,50	2,00			Suelo residual compuesto por limos arcillosos, húmedos, algo resistente de color marrón con presencia de gravas lutíticas de color negro.	14,3	86,2	13,4	0,4	37,7	27,9	9,8	15	12	14	26
2,00	2,50											15	14	13	27
2,50	3,00		ML									0	10	13	23
3,00	3,50			Suelo residual compuesto por limos arcillosos, húmedos, algo resistente de color marrón con presencia de gravas lutíticas de color negro.	14,0	71,6	27,0	1,4	33,1	27,1	6,0	10	15	22	37
3,50	4,00											23	23	25	48
4,00	4,50		ML												
4,50	5,00			Suelo residual compuesto por gravas limosas de color negro con oxidacion y matriz limo arcillosa de color marrón.	15,9	26,0	33,0	41,1	30,1	23,1	7,0	RT	RT	RT	RT
5,00	5,50											RT	RT	RT	RT
5,50	6,00														
6,00	6,50		6%	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
6,50	7,00											RT	RT	RT	RT
7,00	7,50														
7,50	8,00		37%	Roca limolita con tamaño de grano lodo, fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
8,00	8,50											RT	RT	RT	RT
8,50	9,00														
9,00	9,50			Roca limolita con tamaño de grano lodo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
9,50	10,00											RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1.1 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
 L.L.=Límite Líquido.
 L.P = Límite Plástico
 I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
 % S = Porcentaje de arena
 % G= Porcentaje de gravas
 W= humedad

Suelo suelto y relleno.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERIA & SUELOS

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
 NIT 900492967-1
 ingenieriaysuelos@gmail.com
 Cel: 316-5281288



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		02-nov-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		12					
LOCALIZACION:		N1157411_E1044998						PROF:		0,00- 10,00 metros					
PROF. m	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N	
	Inicio	Fin			RQD	USCS	% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"		12"
0,00	0,50	[Suelo residual]	ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos, resistente de color marrón.	17,3	75,8	16,6	7,6	35,2	27,2	8,1	1	8	12	20
0,50	1,00											17	19	21	40
1,00	1,50	[Suelo residual]	ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos, resistente de color marrón.	14,7	85,9	14,1	0,0	37,2	25,1	12,0	16	18	22	40
1,50	2,00											23	24	28	52
2,00	2,50	[Roca limolita]	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
2,50	3,00											RT	RT	RT	RT
3,00	3,50											RT	RT	RT	RT
3,50	4,00	[Roca limolita]	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
4,00	4,50											RT	RT	RT	RT
4,50	5,00											RT	RT	RT	RT
5,00	5,50											RT	RT	RT	RT
5,50	6,00											RT	RT	RT	RT
6,00	6,50	[Roca limolita]	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
6,50	7,00											RT	RT	RT	RT
7,00	7,50	[Roca limolita]	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
7,50	8,00											RT	RT	RT	RT
8,00	8,50											RT	RT	RT	RT
8,50	9,00	[Roca limolita]	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
9,00	9,50											RT	RT	RT	RT
9,50	10,00											RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1.1 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos [Suelo suelto y rellenos]
 L.L.=Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena [Suelos coluviales]
 L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas [Suelos residual]
 I.P.= Índice Plástico W= humedad [Roca limolita]

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERÍA & SUELOS S.A.S

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281288







EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		01-dic-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		13					
LOCALIZACION:		N1156999 E1044693						PROF:		0,00- 10,00 metros					
PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	
0,00	0,50			Relleno compuesto por arcillas, plásticas, húmedos, poco resistente de color marrón.	28,3	68,5	23,6	7,9	36,6	23,7	12,9	3	4	3	7
0,50	1,00											4	3	4	7
1,00	1,50											2	2	2	4
1,50	2,00		CL									3	3	4	7
2,00	2,50			Relleno compuesto por arcillas, plásticas, húmedos, poco resistente de color marrón con escombros de construcción.	31,1	84,1	14,1	1,8	49,5	27,7	21,8	3	2	3	5
2,50	3,00											3	3	3	6
3,00	3,50											4	3	2	5
3,50	4,00		CL									2	2	2	4
4,00	4,50			Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos a saturados, poco resistente de color marrón con pintas amarillas y negras	29,7	76,0	8,4	15,5	50,4	28,3	22,2	3	3	3	6
4,50	5,00											4	4	4	8
5,00	5,50											4	4	5	9
5,50	6,00		MH									5	8	9	17
6,00	6,50			Suelo residual compuesto por limos arcillosos, algo plásticos, saturados, resistente de color marrón con pintas amarillas y negras	44,3	85,3	13,0	1,7	47,2	29,3	17,9	7	7	8	15
6,50	7,00											9	9	10	19
7,00	7,50											12	14	14	28
7,50	8,00		ML									15	16	16	32
8,00	8,50			Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos a saturados, resistente de color marrón con pintas amarillas y negras	42,3	89,1	9,2	1,7	52,2	29,0	23,2	8	11	14	25
8,50	9,00											12	13	12	25
9,00	9,50											14	12	16	28
9,50	10,00		MH									18	17R		17R

OBSERVACIONES: Nivel freático 5.80 m.

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelo
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

 Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**INGENIERIA
& SUELOS** S.A.S.

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281286



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER										FECHA:		25-oct-14	
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.										SONDEO:		14	
LOCALIZACION:		N1158999_E1044894										PROF:		0.00- 10.00 metros	
PROF. m	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N		
				% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"			
Inicio	Fin	RQD	USCS												
0,00	0,50											1	2	1	3
0,50	1,00		MH	Suelo suelto compuesto por limos arcillosos, muy plásticos, húmedos, poco resistente de color marrón.	22,9	58,0	30,2	11,8	55,3	33,7	21,6	3	3	3	6
1,00	1,50											2	2	2	4
1,50	2,00		ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos a saturados, poco resistente de color marrón.	26,7	73,7	23,4	2,9	35,5	24,8	10,7	2	3	4	7
2,00	2,50											3	3	6	9
2,50	3,00											5	5	4	9
3,00	3,50		MH	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, poco resistente de color marrón.	36,5	77,8	21,0	1,1	50,1	34,6	15,5	4	3	2	5
3,50	4,00											1	5	6	11
4,00	4,50											7	18	12	30
4,50	5,00		CL	Suelo residual compuesto por arcillas, plásticos, saturados, poco resistente de color marrón oscuro.	27,8	89,9	9,2	0,9	44,9	24,4	20,5	14	15	19	34
5,00	5,50											16	18R	RT	18R
5,50	6,00											RT	RT	RT	RT
6,00	6,50	20%	SS									RT	RT	RT	RT
6,50	7,00											RT	RT	RT	RT
7,00	7,50	79%		Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
7,50	8,00											RT	RT	RT	RT
8,00	8,50											RT	RT	RT	RT
8,50	9,00											RT	RT	RT	RT
9,00	9,50	56%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
9,50	10,00											RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freatico -1.6 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G = Porcentaje de gravas
W= humedad

Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO





REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		25-oct-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		14					
LOCALIZACION:		N1156969_E1044694						PROF:		10.00- 20.00 metros					
PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	
10,00	10,50	31%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
10,50	11,00										RT	RT	RT	RT	
11,00	11,50										RT	RT	RT	RT	
11,50	12,00										RT	RT	RT	RT	
12,00	12,50										RT	RT	RT	RT	
12,50	13,00										RT	RT	RT	RT	
13,00	13,50		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
13,50	14,00										RT	RT	RT	RT	
14,00	14,50										RT	RT	RT	RT	
14,50	15,00										RT	RT	RT	RT	
15,00	15,50										RT	RT	RT	RT	
15,50	16,00										RT	RT	RT	RT	
16,00	16,50										RT	RT	RT	RT	
16,50	17,00										RT	RT	RT	RT	
17,00	17,50	RT	RT	RT	RT										
17,50	18,00		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, algo fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.							RT	RT	RT	RT	
18,00	18,50										RT	RT	RT	RT	
18,50	19,00										RT	RT	RT	RT	
19,00	19,50										RT	RT	RT	RT	
19,50	20,00										RT	RT	RT	RT	

OBSERVACIONES: Nivel freatico -1.6 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
L.L.=Límite Líquido.
L.P = Límite Plástico
I.P.= Índice Plástico

% F = Porcentaje de finos
% S = Porcentaje de arena
% G= Porcentaje de gravas
W= humedad

 Suelo suelto y relleno.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERIA & SUELOS S.A.S





INGENIERIA Y SUELOS S.A.S

NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281288



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		31-oct-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		15					
LOCALIZACION:		N 06° 01.1191' E 73° 40.378'						PROF:		0.00- 10.00 metros					
PROF. m	CLASIFICACION	DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N		
				% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"			
0,00	0,50	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, muy plásticos, húmedos a saturados, poco resistente de color marrón y amarillo.	38,9	96,5	2,9	0,6	50,8	31,5	19,4	3	3	2	5		
0,50	1,00									3	3	3	6		
1,00	1,50									3	3	3	6		
1,50	2,00									MH	3	3	3	6	
2,00	2,50	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, algo resistente de color marrón y amarillo.	29,9	88,0	8,9	3,1	42,8	28,8	13,9	3	3	4	7		
2,50	3,00									5	5	6	11		
3,00	3,50									ML	7	8	7	15	
3,50	4,00	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, resistente de color marrón y amarillo.	33,4	90,0	8,2	1,8	32,8	30,2	2,6	9	5	5	10		
4,00	4,50									6	5	6	11		
4,50	5,00									ML	6	13	13	26	
5,00	5,50	Roca limolita con tamaño de grano lodo, fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente								RT	RT	RT	RT		
5,50	6,00									31%	SS	RT	RT	RT	RT
6,00	6,50									RT	RT	RT	RT		
6,50	7,00									RT	RT	RT	RT		
7,00	7,50	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente								RT	RT	RT	RT		
7,50	8,00									6%	SS	RT	RT	RT	RT
8,00	8,50									RT	RT	RT	RT		
8,50	9,00	Roca limolita con tamaño de grano lodo, poco fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente								RT	RT	RT	RT		
9,00	9,50									66%	SS	RT	RT	RT	RT
9,50	10,00									RT	RT	RT	RT		

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1.5 m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos  Suelo suelto y rellenos.
L.L.=Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena  Suelos coluviales
L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas  Suelos residual
I.P.= Índice Plástico W= humedad  Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN REVISO : ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERÍA & SUELOS
S.A.S





INGENIERIA Y SUELOS S.A.S

NIT 900492967-1
ingenieriaysuelos@gmail.com
Cel: 316-5281286



EMPRESA:		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						FECHA:		25-oct-14					
PROYECTO :		ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.						SONDEO:		16					
LOCALIZACION:		N1157378_E1044722						PROF:		0,00- 10,00 metros					
PROF. m	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			N	
	Inicio	Fin			RQD	USCS	% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"		12"
0,00	0,50											0	2	3	5
0,50	1,00		ML									3	3	4	7
1,00	1,50		Suelo suelto compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos, poco resistente de color amarillo con negro									5	4	4	8
1,50	2,00			27,4	53,2	36,8	10,0	38,9	30,4	8,5		15	16	18	34
2,00	2,50		ML									14	16	13	29
2,50	3,00		Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos, resistente de color amarillo con negro	24,7	71,7	27,4	0,9	43,1	32,8	10,3		15	18	19	37
3,00	3,50											RT	RT	RT	RT
3,50	4,00											RT	RT	RT	RT
4,00	4,50											RT	RT	RT	RT
4,50	5,00		ML	9,6	53,8	40,2	6,1	33,1	25,3	7,9		RT	RT	RT	RT
5,00	5,50											RT	RT	RT	RT
5,50	6,00											RT	RT	RT	RT
6,00	6,50											RT	RT	RT	RT
6,50	7,00											RT	RT	RT	RT
7,00	7,50											RT	RT	RT	RT
7,50	8,00		SS									RT	RT	RT	RT
8,00	8,50		Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.									RT	RT	RT	RT
8,50	9,00											RT	RT	RT	RT
9,00	9,50											RT	RT	RT	RT
9,50	10,00											RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Niv el freático 4.80 m.

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelo % F = Porcentaje de finos  Suelo suelto y rellenos.
L.L.=Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena  Suelos coluviales
L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas  Suelos residual
I.P.= Índice Plástico W= humedad  Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO



REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	08-nov-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	17
LOCALIZACION:	N 08° 01.058' E 73° 40.474'	PROF:	0.00- 10.00 metros

PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I. P.	6"	12"	18"	N
0,00	0,50	40%	ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos a saturados, poco resistente de color marrón.	40,6	65,8	22,6	11,7	44,9	34,9	10,0	3	3	3	6
0,50	1,00											4	4	4	8
1,00	1,50											5	5	6	11
1,50	2,00											6	5	4	9
2,00	2,50	40%	ML	Suelo residual compuesto por limos arcillosos, plásticos, húmedos a saturados, poco resistente de color marrón.	27,0	85,8	12,8	1,4	41,7	27,0	14,6	2	2	1	3
2,50	3,00											2	3	3	6
3,00	3,50											4	2	1	3
3,50	4,00											1	7	20	27
4,00	4,50	40%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
4,50	5,00											RT	RT	RT	RT
5,00	5,50											RT	RT	RT	RT
5,50	6,00	40%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
6,00	6,50											RT	RT	RT	RT
6,50	7,00											RT	RT	RT	RT
7,00	7,50	40%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
7,50	8,00											RT	RT	RT	RT
8,00	8,50											RT	RT	RT	RT
8,50	9,00	30%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente.								RT	RT	RT	RT
9,00	9,50											RT	RT	RT	RT
9,50	10,00											RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freático a 1.1m

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos
L.L.=Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena
L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas
I.P.= Índice Plástico W= humedad

Suelo suelto y rellenos.
 Suelos coluviales
 Suelos residual
 Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN REVISO : ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
 NIT 900492967-1
 ingenieriaysuelos@gmail.com
 Cel: 316-5281288



EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	23-oct-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	19
LOCALIZACION:	N 08° 01.037' E 73° 40.327'	PROF:	0,00- 10,00 metros

PROF. m		CLASIFICACION			DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N			
Inicio	Fin	REC	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	N
0,00	0,50	█		ML	Suelo sueltos compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, poco resistente de color amarillo.	30,1	84,5	11,8	3,7	46,2	29,4	16,8	1	3	6	9
0,50	1,00												4	5	4	9
1,00	1,50												5	5	5	10
1,50	2,00												3	3	3	6
2,00	2,50	█		ML	Suelos sueltos compuesto por limos arcillosos, plásticos, saturados, poco resistente de color amarillo con betas negras.	36,4	80,8	11,1	8,0	41,2	27,9	13,3	3	3	3	6
2,50	3,00												3	4	5	9
3,00	3,50												6	5	6	11
3,50	4,00												6	6	6	12
4,00	4,50	█		CL	Suelo residual compuesto por arcillas, plásticas, saturadas, algo resistente de color amarillo.	32,4	71,2	19,3	9,5	47,8	26,5	21,3	4	4	4	8
4,50	5,00												4	4	6	10
5,00	5,50												8	10	16	26
5,50	6,00	█		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente								RT	RT	RT	RT
6,00	6,50												RT	RT	RT	RT
6,50	7,00												RT	RT	RT	RT
7,00	7,50	█	25%	SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente								RT	RT	RT	RT
7,50	8,00												RT	RT	RT	RT
8,00	8,50												RT	RT	RT	RT
8,50	9,00												RT	RT	RT	RT
9,00	9,50	█		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente								RT	RT	RT	RT
9,50	10,00												RT	RT	RT	RT

OBSERVACIONES: Nivel freático superficial

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % F = Porcentaje de finos █ Suelo suelto y rellenos.
 L.L.=Límite Líquido. % S = Porcentaje de arena █ Suelos coluviales
 L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas █ Suelos residual
 I.P.= Índice Plástico W= humedad █ Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO



INGENIERIA Y SUELOS S.A.S
 NIT 900492967-1
 ingenieriaysuelos@gmail.com
 Cel: 316-5281286



EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	23-oct-14
PROYECTO :	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO:	19
LOCALIZACION:	N 08° 01.037' E 73° 40.327'	PROF:	10.00- 18.00 metros


PROF. m		CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	W	GRANULOMETRIA			LIMITES			N						
Inicio	Fin	RQD	USCS			% F	% S	% G	% L.L.	% L.P.	% I.P.	6"	12"	18"	N			
10.00	10.50																	
10.50	11.00		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente										RT	RT	RT	RT	
11.00	11.50	26%													RT	RT	RT	RT
11.50	12.00														RT	RT	RT	RT
12.00	12.50		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente										RT	RT	RT	RT	
12.50	13.00														RT	RT	RT	RT
13.00	13.50	20%													RT	RT	RT	RT
13.50	14.00														RT	RT	RT	RT
14.00	14.50														RT	RT	RT	RT
14.50	15.00													RT	RT	RT	RT	
15.00	15.50		SS	Roca limolita con tamaño de grano lodo, muy fracturada de color negro a gris oscuro, con laminación plana, fisil, duras, poco resistente										RT	RT	RT	RT	
15.50	16.00	66%													RT	RT	RT	RT
16.00	16.50														RT	RT	RT	RT
16.50	17.00														RT	RT	RT	RT
17.00	17.50														RT	RT	RT	RT
17.50	18.00														RT	RT	RT	RT
18.00	18.50														RT	RT	RT	RT
18.50	19.00																	
19.00	19.50																	
19.50	20.00																	

OBSERVACIONES: Nivel freático superficial

CONVENCIONES: S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelo % F = Porcentaje de finos Suelo suelto y rellenos.
 L.L.=Limite Líquido. % S = Porcentaje de arena Suelos coluviales
 L.P = Límite Plástico % G= Porcentaje de gravas Suelos residual
 I.P.= Índice Plástico W= humedad Roca limolita

ELABORO : ING. JOSE DAVID ESTEBAN **REVISO :** ING. JAVIER CABALLERO

ANEXO B. RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

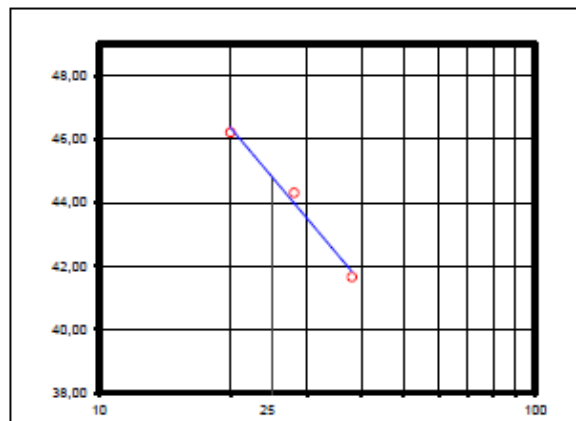
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157108 E1045043	PROFUNDIDAD: 1.5 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	28	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	28,76	28,8	16,46
P ₂	25,94	25,84	13,04
P ₃	19,17	19,16	5,64
P _w	2,82	2,96	3,42
P _s	6,77	6,68	7,40
W%	41,65	44,31	46,22

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	9
P ₁	11,25	10,76	212,24
P ₂	9,95	9,56	178,38
P ₃	5,48	5,53	53,84
P _w	1,30	1,20	33,86
P _s	4,47	4,03	124,54
W%	29,08	29,78	27,19

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	2,4	1,9%	1,9%	98,1%
4	4,76	5,2	4,2%	6,0%	94,0%
8	2,38				
10	2,00	3,7	3,0%	9,0%	91,0%
12	1,68	0,8	0,6%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	6,8	5,5%	15,1%	84,9%
50	0,30	2,4	1,9%		
80	0,18				
100	0,15	4,8			
200	0,07	5,7	4,5%	25,5%	74,5%
Pasa 200		92,8	74,5%	100,0%	0,0%
Total		124,5			

RESULTADOS

Límite Líquido 44,7 %
 Límite Plástico 29,4 %
 Índice Plástico 15,3 %

Gravas 6,0%
 Arenas 19,4%
 Finos 74,5%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 12
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C. ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

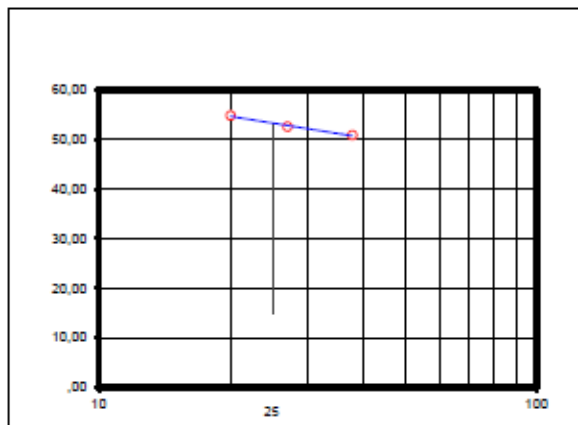
INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157108 E1045043	PROFUNDIDAD: 3 M	SONDEO: 4	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	15,04	17,14	16,33
P ₂	11,89	13,2	12,6
P ₃	5,7	5,71	5,8
P _w	3,15	3,94	3,73
P _s	6,19	7,49	6,80
W%	50,89	52,60	54,85

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	10
P ₁	10,63	11,39	206,96
P ₂	9,32	9,86	162,24
P ₃	5,50	5,40	54,13
P _w	1,31	1,53	44,72
P _s	3,82	4,46	108,11
W%	34,29	34,30	41,37

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	108,11	gr	Peso final:	19,16	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	1,1	1,0%	1,0%	99,0%
8	2,38				
10	2,00	1,8	1,6%	2,7%	97,3%
12	1,68	0,4	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	3,9	3,6%	6,6%	93,4%
50	0,30	2,4	2,2%		
80	0,18				
100	0,15	4,2			
200	0,07	5,4	5,0%	17,7%	82,3%
Pasa 200		89,0	82,3%	100,0%	0,0%
Total		108,1			

RESULTADOS

Límite Líquido	53,4	%
Límite Plástico	34,3	%
Índice Plástico	19,1	%
Gravas	1,0%	
Arenas	16,7%	
Finos	82,3%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	19
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	MH

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

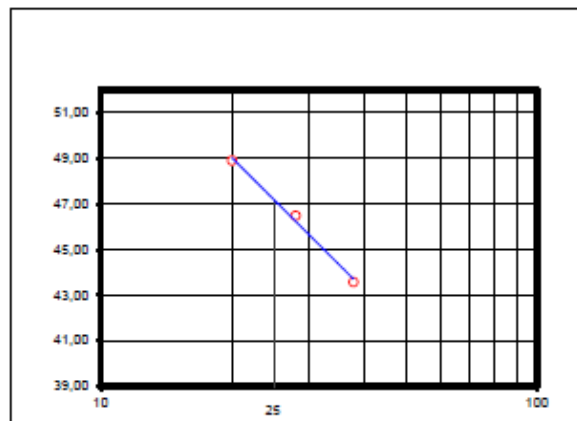
INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157108 E1045043	PROFUNDIDAD: 4 M	SONDEO: 4	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	28	20
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	16,78	16,33	16,6
P ₂	13,43	12,9	13,04
P ₃	5,74	5,52	5,76
P _w	3,35	3,43	3,56
P _s	7,69	7,38	7,28
W%	43,56	46,48	48,90

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	11
P ₁	11,70	9,68	225,92
P ₂	10,64	8,34	180,86
P ₃	7,20	4,07	53,46
P _w	1,06	1,34	46,06
P _s	3,44	4,27	127,40
W%	30,81	31,38	35,37

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial:	127,40	gr			
Peso final:	13,42	gr			
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	3,2	2,5%	2,5%	97,5%
4	4,76	0,7	0,5%	3,1%	96,9%
8	2,38				
10	2,00	2,3	1,8%	4,9%	95,1%
12	1,68	0,2	0,2%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,1	1,6%	6,7%	93,3%
50	0,30	0,6	0,5%		
80	0,18				
100	0,15	1,3			
200	0,07	2,9	2,3%	10,5%	89,5%
Pasa 200		114,0	89,5%	100,0%	0,0%
Total		127,4			

RESULTADOS

Límite Líquido 47,1 %
 Límite Plástico 31,1 %
 Índice Plástico 16,0 %

Gravas 3,1%
 Arenas 7,5%
 Finos 89,5%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 17
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

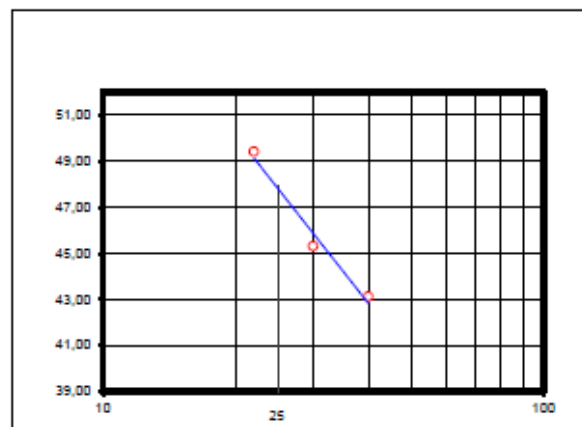
INGENIERIA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157108 E1045043	PROFUNDIDAD: 4.5 M	SONDEO: 4	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 4	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	26	27	28
P ₁	14,93	15,51	16,94
P ₂	11,64	11,94	12,68
P ₃	4,01	4,06	4,06
P _w	3,29	3,57	4,26
P _s	7,63	7,88	8,62
W%	43,12	45,30	49,42

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	29	30	12
P ₁	9,77	9,04	214,02
P ₂	8,56	8,00	178,91
P ₃	4,08	4,06	54,13
P _w	1,21	1,04	35,11
P _s	4,48	3,94	124,78
W%	27,01	26,40	28,14

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		124,78 gr	Peso final:			31,12 gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	
3"	76,10					
2 1/2"	64,00				100,0%	
2"	50,80				100,0%	
1 1/2"	38,10				100,0%	
1"	25,40				100,0%	
3/4"	19,00				100,0%	
1/2"	12,70					
3/8"	9,51	13,9	11,1%	11,1%	88,9%	
4	4,76	0,8	0,6%	11,7%	88,3%	
8	2,38					
10	2,00	2,6	2,0%	13,8%	86,2%	
12	1,68	0,4	0,3%			
16	1,19					
30	0,59					
40	0,42	4,4	3,6%	17,6%	82,4%	
50	0,30	1,7	1,3%			
80	0,18					
100	0,15	3,1				
200	0,07	4,3	3,5%	24,9%	75,1%	
Pasa 200		93,7	75,1%	100,0%	0,0%	
Total		124,8				

RESULTADOS

Límite Líquido 47,9 %
 Límite Plástico 26,7 %
 Índice Plástico 21,2 %

Gravas 11,7%
 Arenas 13,2%
 Finos 75,1%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 16
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C CL

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISÓ



OBRA:	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.			SONDEO	5
SECTOR:	N1157054 E1044948	PROFUNDIDAD	1,6 M	MUESTRA	1
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014		

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	28,73	28,03	28,61
P ₂	26,2	25,6	25,87
P ₃	19,72	19,88	19,7
P _w	2,53	2,43	2,74
P _s	6,48	5,72	6,17
W%	39,04	42,48	44,41

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P ₁	24,01	24,51	212,28
P ₂	23,18	23,56	182,40
P ₃	19,84	19,79	54,14
P _w	0,83	0,95	29,88
P _s	3,34	3,77	128,28
W%	24,85	25,20	23,30

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100

GRADACIÓN

Peso Inicial:	128,26	gr	Peso final:	23,62	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	5,1	4,0%		
3/8"	9,51	5,2	4,0%	8,0%	92,0%
4	4,76	2,4	1,9%	9,9%	90,1%
8	2,38				
10	2,00	2,3	1,8%	11,7%	88,3%
12	1,68	0,3	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	1,7	1,3%	13,3%	86,7%
50	0,30	0,5	0,4%		
80	0,18				
100	0,15	2,0			
200	0,07	4,1	3,2%	18,4%	81,6%
Pasa 200		104,6	81,6%	100,0%	0,0%
Total		128,3			

RESULTADOS

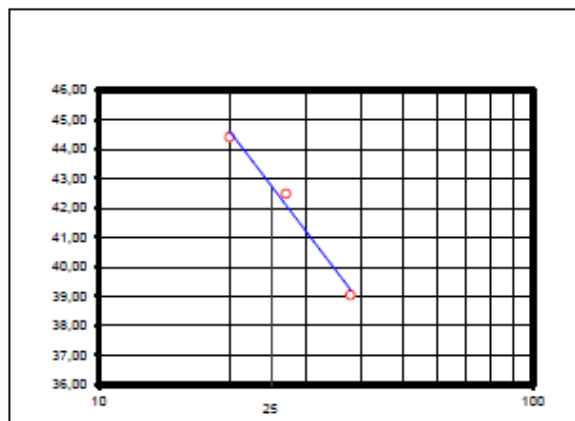
Límite Líquido 42,7 %
 Límite Plástico 25,0 %
 Índice Plástico 17,7 %

Gravas 9,9%
 Arenas 8,5%
 Finos 81,6%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 15
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C CL


OBSERVACIONES:



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

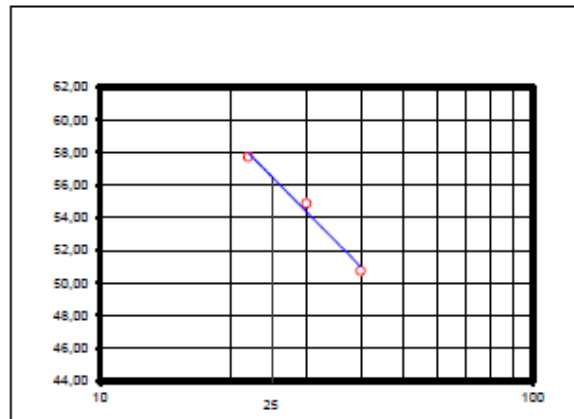
INGENIERIA & SUELOS S.A.S	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157054 E1044848	PROFUNDIDAD: 3 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA <u>2</u>	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	28,09	28,9	28,28
P ₂	25,02	25,86	24,92
P ₃	18,97	20,32	19,1
P _w	3,07	3,04	3,36
P _s	6,05	5,54	5,82
W%	50,74	54,87	57,73

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	2
P ₁	22,17	23,52	211,30
P ₂	21,26	22,66	184,00
P ₃	18,10	19,71	49,32
P _w	0,91	0,86	27,30
P _s	3,16	2,95	134,68
W%	28,80	29,15	20,27

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial: 134,68 gr		Peso final: 14,40 gr			
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	3,0	2,2%		
3/8"	9,51			2,2%	97,8%
4	4,76	2,6	1,9%	4,1%	95,9%
8	2,38				
10	2,00	2,5	1,8%	5,9%	94,1%
12	1,68	0,3	0,2%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	1,3	1,0%	7,1%	92,9%
50	0,30	0,3	0,2%		
80	0,18				
100	0,15	1,2			
200	0,07	3,3	2,4%	10,7%	89,3%
Pasa 200		120,3	89,3%	100,0%	0,0%
Total		134,7			

RESULTADOS

Límite Líquido 56,4 %
 Límite Plástico 29,0 %
 Índice Plástico 27,4 %

Gravas 4,1%
 Arenas 6,6%
 Finos 89,3%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 28
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C CH

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VELEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157054 E1044948	PROFUNDIDAD: 0.5 M	SONDEO: 5	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 4	

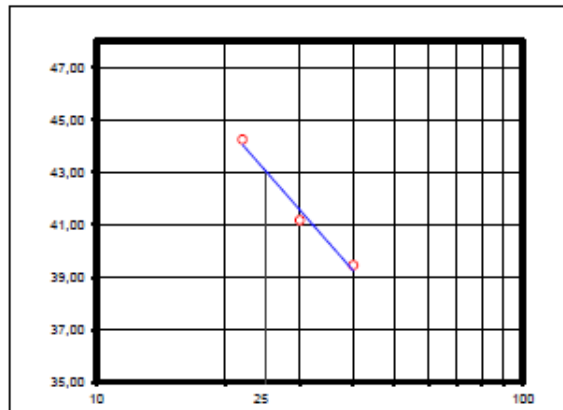
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	28,37	28,59	16,05
P ₂	25,77	25,84	12,86
P ₃	19,18	19,16	5,65
P _w	2,60	2,75	3,19
P _s	6,59	6,68	7,21
W%	39,45	41,17	44,24

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	3
P ₁	10,68	11,41	224,16
P ₂	9,59	10,13	192,42
P ₃	5,48	5,53	53,95
P _w	1,09	1,28	31,74
P _s	4,11	4,60	138,47
W%	26,52	27,83	22,92

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial: 138,47 gr		Peso final: 35,00 gr			
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	15,4	11,1%		
3/8"	9,51	1,4	1,0%	12,2%	87,8%
4	4,76	3,7	2,7%	14,8%	85,2%
8	2,38				
10	2,00	3,5	2,5%	17,4%	82,6%
12	1,68	0,4	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,3	1,7%	19,4%	80,6%
50	0,30	0,6	0,5%		
80	0,18				
100	0,15	1,8			
200	0,07	5,8	4,2%	25,3%	74,7%
Pasa 200		103,5	74,7%	100,0%	0,0%
Total		138,5			

RESULTADOS

Límite Líquido	43,1	%
Límite Plástico	27,2	%
Índice Plástico	15,9	%
Gravas	14,8%	
Arenas	10,4%	
Finos	74,7%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	12
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ



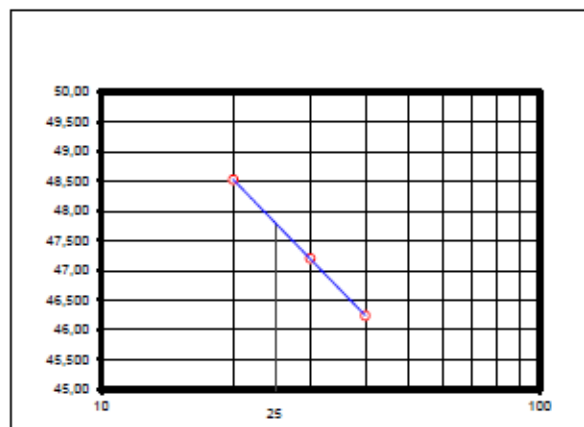
OBRA:	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		SONDEO	5
SECTOR:	N1157054 E1044948	PROFUNDIDAD	0 M	
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014	
			MUESTRA	5

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	20
Recipiente No.	18	17	18
P ₁	15,03	16,24	17,4
P ₂	12,08	12,87	13,62
P ₃	5,7	5,73	5,83
P _w	2,95	3,37	3,78
P _s	6,38	7,14	7,79
W%	46,24	47,20	48,52

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	4
P ₁	10,51	10,16	216,57
P ₂	9,44	9,14	187,78
P ₃	5,50	5,39	50,97
P _w	1,07	1,02	28,79
P _s	3,94	3,75	136,81
W%	27,16	27,20	21,04

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		136,81 gr		Peso final:		35,03 gr	
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	3,3	2,4%				
3/8"	9,51	2,9	2,1%	4,5%	95,5%		
4	4,76	6,4	4,7%	9,2%	90,8%		
8	2,38						
10	2,00	6,5	4,8%	14,0%	86,0%		
12	1,68	0,8	0,6%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	4,4	3,2%	17,8%	82,2%		
50	0,30	1,1	0,8%				
80	0,18						
100	0,15	2,8					
200	0,07	6,7	4,9%	25,6%	74,4%		
Pasa 200		101,8	74,4%	100,0%	0,0%		
Total		136,8					

RESULTADOS

Límite Líquido 47,8 %
Límite Plástico 27,2 %
Índice Plástico 20,6 %

Gravas 9,2%
Arenas 16,4%
Finos 74,4%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 16
A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
U.S.C CL

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157054 E1044948	PROFUNDIDAD: 9 M	SONDEO: 5	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 6	

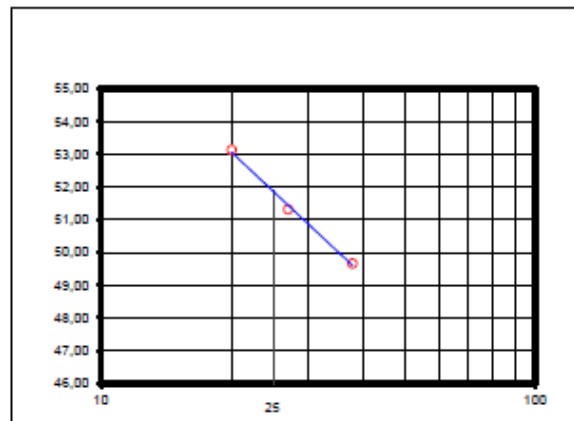
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	16,83	15,36	17,3
P ₂	13,15	12,03	13,31
P ₃	5,74	5,54	5,8
P _w	3,68	3,33	3,99
P _s	7,41	6,49	7,51
W%	49,66	51,31	53,13

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	5
P ₁	12,17	10,29	213,62
P ₂	11,01	8,85	177,08
P ₃	7,20	4,03	33,06
P _w	1,16	1,44	36,54
P _s	3,81	4,82	144,02
W%	30,45	29,88	25,37

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		144,02 gr		Peso final:		10,34 gr	
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	3,4	2,4%				
3/8"	9,51			2,4%	97,6%		
4	4,76			2,4%	97,6%		
8	2,38						
10	2,00	0,9	0,6%	3,0%	97,0%		
12	1,68	0,2	0,1%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	1,4	1,0%	4,1%	95,9%		
50	0,30	0,4	0,3%				
80	0,18						
100	0,15	0,9					
200	0,07	3,0	2,1%	7,2%	92,8%		
Pasa 200		133,7	92,8%	100,0%	0,0%		
Total		144,0					

RESULTADOS

Límite Líquido	51,9	%
Límite Plástico	30,2	%
Índice Plástico	21,7	%
Gravas	2,4%	
Arenas	4,8%	
Finos	92,8%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	24
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	MH

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

INGENIERÍA & SUELOS <small>LABORATORIO</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157137 E1044950	PROFUNDIDAD: 2 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA <u>1</u>	

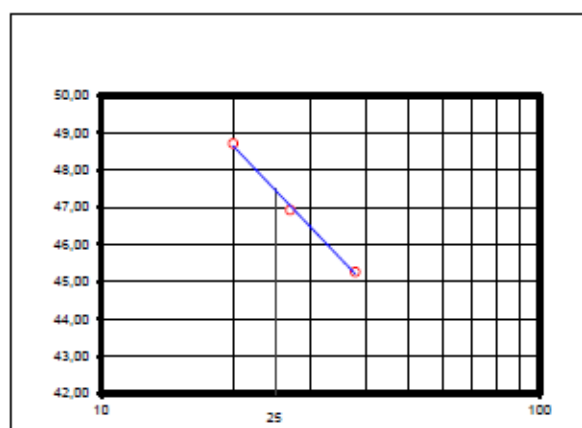
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	14,92	14,34	13,92
P ₂	11,53	11,06	10,7
P ₃	4,04	4,07	4,09
P _W	3,39	3,28	3,22
P _s	7,49	6,99	6,61
W%	45,26	46,92	48,71

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁	9,20	8,04	215,68
P ₂	8,00	7,10	173,28
P ₃	4,09	4,16	32,49
P _W	1,20	0,94	42,40
P _s	3,91	2,94	140,79
W%	30,69	31,97	30,12

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_W = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_W / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial:	140,79	gr		Peso final:	25,26 gr
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	1,1	0,8%	0,8%	99,2%
8	2,38				
10	2,00	4,1	2,9%	3,7%	96,3%
12	1,68	0,9	0,6%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	10,1	7,2%	11,5%	88,5%
50	0,30	2,4	1,7%		
80	0,18				
100	0,15	4,2			
200	0,07	2,5	1,8%	17,9%	82,1%
Pasa 200		115,5	82,1%	100,0%	0,0%
Total		140,8			

RESULTADOS

Límite Líquido 47,5 %
 Límite Plástico 31,3 %
 Índice Plástico 16,1 %

Gravas 0,8%
 Arenas 17,2%
 Finos 82,1%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 15
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

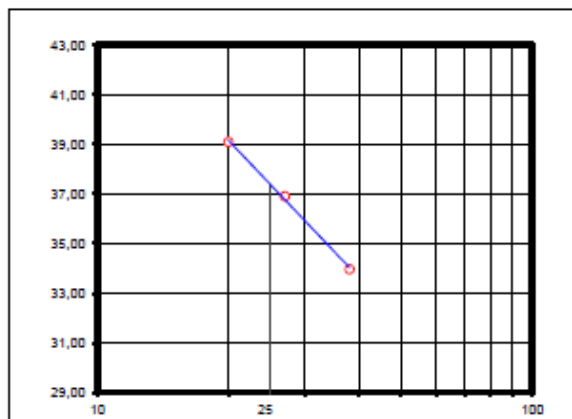
INGENIERÍA & SUELOS <small>LABORATORIO</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: <u>N1157137 E1044950</u>	PROFUNDIDAD: <u>4 M</u>		
EMPRESA: <u>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</u>	FECHA: <u>13/10/2014</u>	MUESTRA <u>2</u>	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	42,4	42,22	43,38
P ₂	39,52	39,08	40,03
P ₃	31,04	30,57	31,51
P _w	2,88	3,14	3,33
P _s	8,48	8,51	8,52
W%	33,96	36,90	39,08

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	7
P ₁	37,80	39,39	204,63
P ₂	36,38	37,84	188,15
P ₃	30,85	32,04	30,27
P _w	1,42	1,55	36,48
P _s	5,53	5,80	137,88
W%	25,68	26,72	26,46

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	1,8	1,3%	1,3%	98,7%
4	4,76	2,8	2,0%	3,3%	96,7%
8	2,38				
10	2,00	5,1	3,7%	7,0%	93,0%
12	1,68	1,6	1,1%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	12,5	9,0%	17,2%	82,8%
50	0,30	2,9	2,1%		
80	0,18				
100	0,15	5,2			
200	0,07	4,3	3,1%	26,2%	73,8%
Pasa 200		101,8	73,8%	100,0%	0,0%
Total		137,9			

RESULTADOS

Límite Líquido	37,4	%
Límite Plástico	26,2	%
Índice Plástico	11,2	%
Gravas	3,3%	
Arenas	22,9%	
Finos	73,8%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	8
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

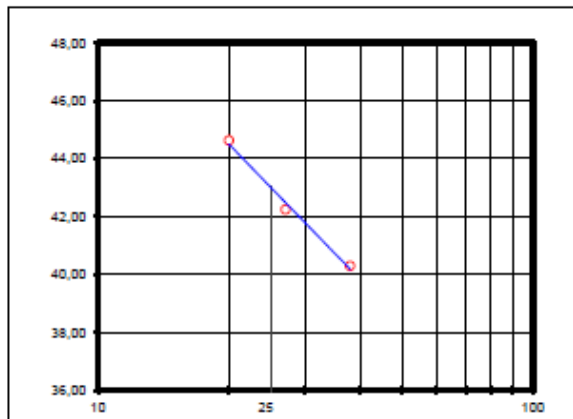
INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157137 E1044950	PROFUNDIDAD: 5 M	SONDEO: 6	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	43,67	41,96	13,8
P ₂	40,43	38,53	10,81
P ₃	32,39	30,41	4,11
P _w	3,24	3,43	2,99
P _s	8,04	8,12	6,70
W%	40,30	42,24	44,63

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	8
P ₁	9,00	8,54	218,80
P ₂	7,90	7,53	186,12
P ₃	4,10	4,06	31,02
P _w	1,10	1,01	32,68
P _s	3,80	3,47	155,10
W%	28,95	29,11	21,07

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		155,10 gr		Peso final:		44,68 gr	
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	7,9	5,1%				
3/8"	9,51	1,1	0,7%	5,8%	94,2%		
4	4,76	3,3	2,1%	8,0%	92,0%		
8	2,38						
10	2,00	6,0	3,9%	11,8%	88,2%		
12	1,68	1,3	0,8%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	11,4	7,4%	20,0%	80,0%		
50	0,30	2,6	1,7%				
80	0,18						
100	0,15	5,2					
200	0,07	5,8	3,7%	28,8%	71,2%		
Pasa 200		110,4	71,2%	100,0%	0,0%		
Total		155,1					

RESULTADOS

Límite Líquido 43,0 %
 Límite Plástico 29,0 %
 Índice Plástico 14,0 %

Gravas 8,0%
 Arenas 20,8%
 Finos 71,2%



CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 10
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

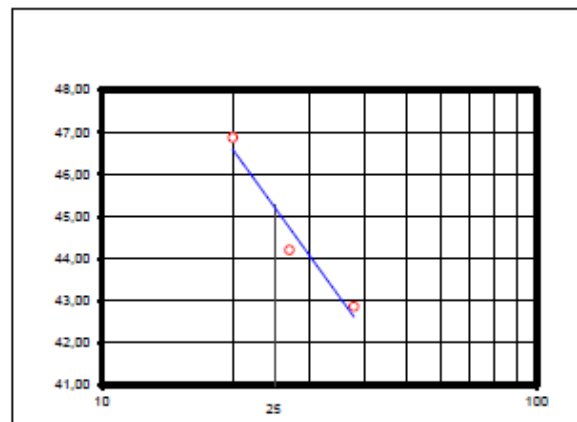
	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1045041 E1157209	PROFUNDIDAD 4 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	30,96	30,95	33,35
P ₂	27,6	27,56	29,01
P ₃	19,76	19,89	19,75
P _W	3,36	3,39	4,34
P _S	7,84	7,67	9,26
W%	42,86	44,20	46,87

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P ₁	25,78	27,50	207,54
P ₂	24,38	25,66	174,92
P ₃	19,85	19,79	52,46
P _W	1,40	1,84	32,62
P _S	4,53	5,87	122,46
W%	30,91	31,35	26,64

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		122,46 gr	Peso final:		33,94 gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	5,8	4,7%		
3/8"	9,51			4,7%	95,3%
4	4,76	1,7	1,4%	6,1%	93,9%
8	2,38				
10	2,00	4,2	3,5%	9,6%	90,4%
12	1,68	0,9	0,8%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	9,6	7,9%	18,2%	81,8%
50	0,30	3,3	2,7%		
80	0,18				
100	0,15	5,3			
200	0,07	3,0	2,5%	27,7%	72,3%
Pasa 200		88,5	72,3%	100,0%	0,0%
Total		122,5			

RESULTADOS

Límite Líquido 45,3 %
 Límite Plástico 31,1 %
 Índice Plástico 14,2 %

Gravas 6,1%
 Arenas 21,6%
 Finos 72,3%

CLASIFICACIÓN



Índice de Grupo 11
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
 U.S.C. ML

OBSERVACIONES:

INCENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 926.492.107-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

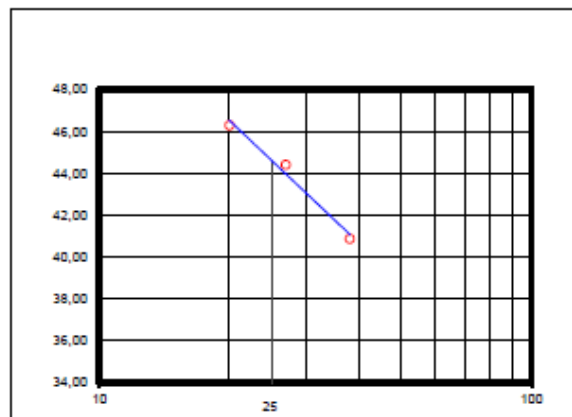
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1045041 E1157209	PROFUNDIDAD 6,6 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 29/12/2014	MUESTRA 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	32,66	32,12	31,77
P ₂	28,7	28,51	27,78
P ₃	19,01	20,38	19,16
P _w	3,96	3,61	3,99
P _s	9,69	8,13	8,62
W%	40,87	44,40	46,29

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	2
P ₁	25,42	25,62	210,12
P ₂	23,87	24,40	173,68
P ₃	18,10	19,71	53,75
P _w	1,55	1,22	36,44
P _s	5,77	4,69	119,93
W%	26,86	26,01	30,38

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		119,93	gr	Peso final:		10,93	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% RetAcum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70						
3/8"	9,51				100,0%		
4	4,76	0,1	0,1%	0,1%	99,9%		
8	2,38						
10	2,00	1,5	1,2%	1,3%	98,7%		
12	1,68	0,5	0,5%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	4,3	3,6%	5,3%	94,7%		
50	0,30	1,1	0,9%				
80	0,18						
100	0,15	2,0					
200	0,07	1,4	1,2%	9,1%	90,9%		
Pasa 200		109,0	90,9%	100,0%	0,0%		
Total		119,9					

RESULTADOS

Límite Líquido	44,6	%
Límite Plástico	26,4	%
Índice Plástico	18,1	%
Gravas	0,1%	
Arenas	9,0%	
Finos	90,9%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	19
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	CL

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 926.492.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

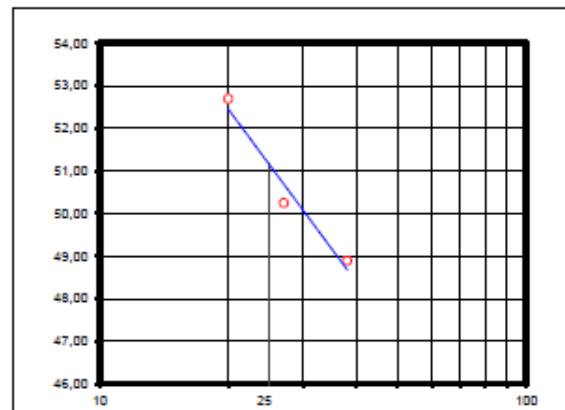
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1045041 E1157209	PROFUNDIDAD: 7 M	SONDEO: 7	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 29/12/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	32,6	31,64	18,46
P ₂	28,2	27,49	14,05
P ₃	19,2	19,23	5,68
P _w	4,40	4,15	4,41
P _s	9,00	8,26	8,37
W%	48,89	50,24	52,69

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	3
P ₁	12,95	12,30	205,00
P ₂	11,30	10,74	169,00
P ₃	5,48	5,52	53,72
P _w	1,65	1,56	36,00
P _s	5,82	5,22	115,28
W%	28,35	29,89	31,23

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76				100,0%
8	2,38				
10	2,00	0,4	0,3%	0,3%	99,7%
12	1,68	0,2	0,1%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	1,4	1,2%	1,7%	98,3%
50	0,30	0,6	0,5%		
80	0,18				
100	0,15	1,1			
200	0,07	0,7	0,6%	3,8%	96,2%
Pasa 200		110,9	96,2%	100,0%	0,0%
Total		115,3			

RESULTADOS

Límite Líquido 51,2 %
 Límite Plástico 29,1 %
 Índice Plástico 22,1 %

Gravas 0,0%
 Arenas 3,8%
 Finos 96,2%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 25
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C MH

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 906.482.1467-9

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

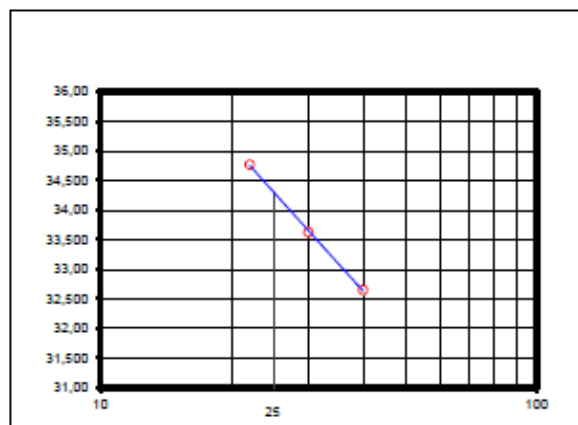
INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1045041 E1157209	PROFUNDIDAD: 0,6 M	SONDEO: 7	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA: 4	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	19,3	17,92	20
P ₂	15,96	14,84	16,36
P ₃	5,73	5,88	5,89
P _w	3,34	3,08	3,64
P _s	10,23	9,16	10,47
W%	32,85	33,62	34,77

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	4
P ₁	12,14	13,14	204,54
P ₂	10,93	11,71	178,73
P ₃	5,49	5,41	54,16
P _w	1,21	1,43	25,81
P _s	5,44	6,30	124,57
W%	22,24	22,70	20,72

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial:	124,57	gr			
Peso final:	41,77	gr			
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	1,0	0,8%	0,8%	99,2%
4	4,76	2,2	1,8%	2,6%	97,4%
8	2,38				
10	2,00	8,4	6,7%	9,3%	90,7%
12	1,68	1,9	1,5%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	16,6	13,3%	24,2%	75,8%
50	0,30	3,4	2,7%		
80	0,18				
100	0,15	5,4			
200	0,07	2,9	2,3%	33,5%	66,5%
Pasa 200		82,8	66,5%	100,0%	0,0%
Total		124,6			

RESULTADOS

Límite Líquido	34,3	%
Límite Plástico	22,5	%
Índice Plástico	11,8	%
Gravas	2,6%	
Arenas	30,9%	
Finos	66,5%	

CLASIFICACIÓN



Índice de Grupo	6
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	CL

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 906.482.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

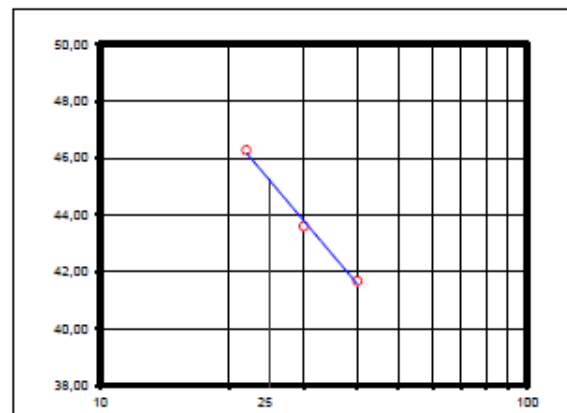
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157298 E1045059	PROFUNDIDAD: 2 M	SONDEO: 8	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	43,78	42,07	13,91
P ₂	40,43	38,53	10,81
P ₃	32,39	30,41	4,11
P _W	3,35	3,54	3,10
P _S	8,04	8,12	6,70
W%	41,67	43,60	46,27

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	9
P ₁	7,34	6,34	200,88
P ₂	6,60	5,81	149,71
P ₃	4,10	4,06	30,56
P _W	0,74	0,53	51,17
P _S	2,50	1,75	119,15
W%	29,60	30,29	42,95

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₃
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		119,15 gr		Peso final:		5,80 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70						
3/8"	9,51				100,0%		
4	4,76	0,5	0,4%	0,4%	99,6%		
8	2,38						
10	2,00	1,0	0,8%	1,2%	98,8%		
12	1,68	0,3	0,2%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	2,0	1,7%	3,1%	96,9%		
50	0,30	0,5	0,4%				
80	0,18						
100	0,15	0,8					
200	0,07	0,7	0,6%	4,9%	95,1%		
Pasa 200		113,4	95,1%	100,0%	0,0%		
Total		119,2					

RESULTADOS

Límite Líquido 45,2 %
 Límite Plástico 29,9 %
 Índice Plástico 15,3 %

Gravas 0,4%
 Arenas 4,4%
 Finos 95,1%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 18
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

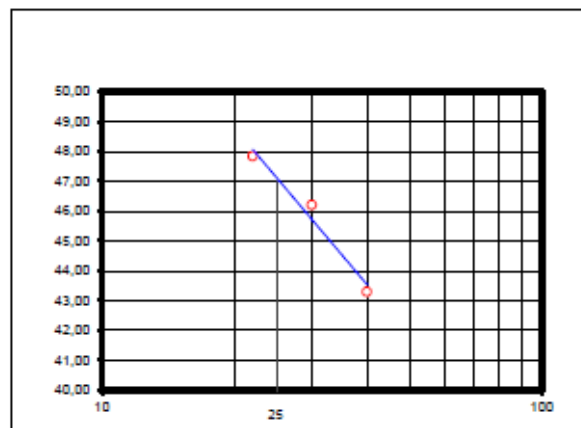
INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157298 E1045059	PROFUNDIDAD: 4 M	SONDEO: 8	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	31,47	30,66	31,02
P ₂	27,92	27,25	27,37
P ₃	19,72	19,87	19,74
P _w	3,55	3,41	3,65
P _s	8,20	7,38	7,63
W%	43,29	46,21	47,84

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	9
P ₁	24,87	25,10	213,54
P ₂	23,70	23,98	173,85
P ₃	19,85	19,78	31,48
P _w	0,97	1,12	39,89
P _s	3,85	4,20	142,17
W%	25,19	26,67	28,08

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	142,17 gr		Peso final: 12,61 gr		
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	0,8	0,6%	0,6%	99,4%
4	4,76	0,6	0,4%	1,0%	99,0%
8	2,38				
10	2,00	3,0	2,1%	3,1%	96,9%
12	1,68	0,5	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	3,3	2,3%	5,7%	94,3%
50	0,30	0,9	0,6%		
80	0,18				
100	0,15	2,0			
200	0,07	1,6	1,1%	8,9%	91,1%
Pasa 200		129,6	91,1%	100,0%	0,0%
Total		142,2			

RESULTADOS

Límite Líquido	47,0	%
Límite Plástico	25,9	%
Índice Plástico	21,1	%
Gravas	1,0%	
Arenas	7,9%	
Finos	91,1%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	22
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	CL

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

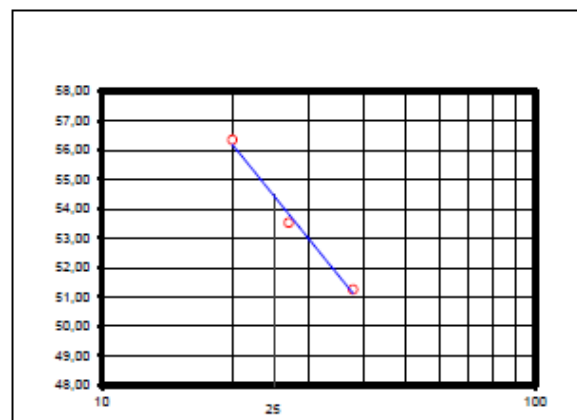
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	N1157298 E1045059	PROFUNDIDAD:	6.6 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014
			SONDEO: 8
			MUESTRA: 3

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	26	27	28
P ₁	27,95	28,82	28,59
P ₂	24,88	25,86	25,17
P ₃	18,89	20,33	19,1
P _W	3,07	2,96	3,42
P _s	5,99	5,53	6,07
W%	51,25	53,53	56,34

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	29	30	10
P ₁	23,04	24,18	202,92
P ₂	21,94	23,15	180,30
P ₃	18,09	19,71	30,83
P _W	1,10	1,03	42,62
P _s	3,85	3,44	129,47
W%	28,57	29,94	32,92

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	0,3	0,2%	0,2%	99,8%
8	2,38				
10	2,00	0,4	0,3%	0,6%	99,4%
12	1,68	0,2	0,1%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	1,6	1,3%	2,0%	98,0%
50	0,30	0,4	0,3%		
80	0,18				
100	0,15	1,0			
200	0,07	0,8	0,6%	3,6%	96,4%
Pasa 200		124,8	96,4%	100,0%	0,0%
Total		129,5			

RESULTADOS

Límite Líquido	54,5	%
Límite Plástico	29,3	%
Índice Plástico	25,2	%
Gravas	0,2%	
Arenas	3,4%	
Finos	96,4%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	29
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	CH

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

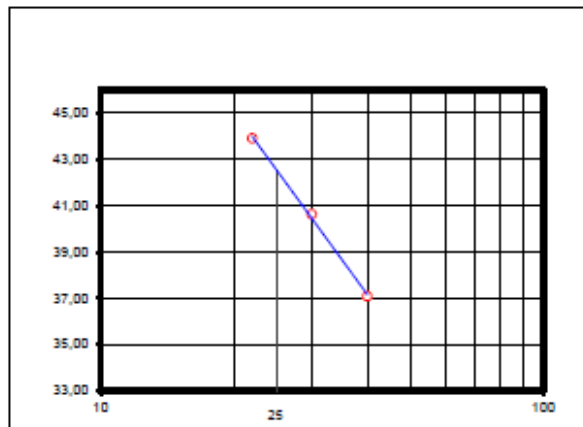
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157298 E1045059	PROFUNDIDAD: 7 M	SONDEO: 8	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 4	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	31,9	29,13	18,4
P ₂	28,46	26,25	13,12
P ₃	19,18	19,16	5,65
P _w	3,44	2,88	3,28
P _s	9,28	7,09	7,47
W%	37,07	40,62	43,91

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	11
P ₁	11,80	11,16	201,70
P ₂	10,59	10,09	177,07
P ₃	5,49	5,53	32,06
P _w	1,21	1,07	24,63
P _s	5,10	4,58	145,01
W%	23,73	23,46	16,99

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial: 145,01 gr		Peso final: 52,03 gr			
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	1,9	1,3%	1,3%	98,7%
4	4,76	12,4	8,5%	9,8%	90,2%
8	2,38				
10	2,00	10,1	6,9%	16,8%	83,2%
12	1,68	2,0	1,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	14,8	10,2%	28,4%	71,6%
50	0,30	2,9	2,0%		
80	0,18				
100	0,15	4,6			
200	0,07	3,4	2,3%	35,9%	64,1%
Pasa 200		93,0	64,1%	100,0%	0,0%
Total		145,0			

RESULTADOS

Límite Líquido 42,5 %
 Límite Plástico 23,8 %
 Índice Plástico 18,9 %

Gravas 9,8%
 Arenas 26,0%
 Finos 64,1%



CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 11
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C CL

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

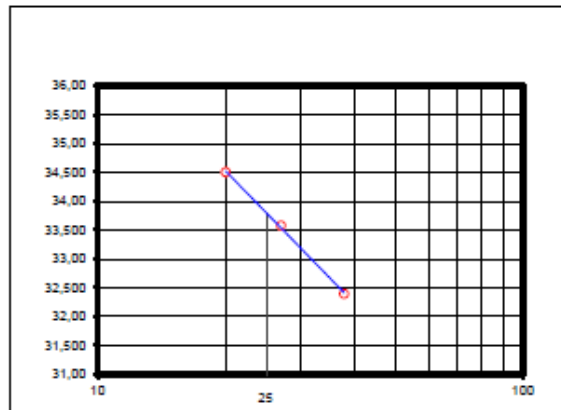
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157298 E1045059	PROFUNDIDAD: 0 M	SONDEO: 8	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 5	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	16,04	14,96	15,8
P ₂	13,51	12,64	13,24
P ₃	5,7	5,73	5,82
P _W	2,53	2,32	2,56
P _S	7,81	6,91	7,42
W%	32,39	33,57	34,50

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	12
P ₁	12,17	10,70	219,74
P ₂	11,00	9,75	198,78
P ₃	5,50	5,40	32,39
P _W	1,17	0,95	20,96
P _S	5,50	4,35	166,39
W%	21,27	21,84	12,60

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		166,39 gr		Peso final:		34,63 gr	
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70						
3/8"	9,51				100,0%		
4	4,76	1,4	0,8%	0,8%	99,2%		
8	2,38						
10	2,00	5,6	3,4%	4,2%	95,8%		
12	1,68	0,9	0,5%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	10,9	6,5%	11,2%	88,8%		
50	0,30	3,0	1,8%				
80	0,18						
100	0,15	8,1					
200	0,07	4,9	2,9%	20,8%	79,2%		
Pasa 200		131,8	79,2%	100,0%	0,0%		
Total		166,4					

RESULTADOS

Límite Líquido 33,8 %
 Límite Plástico 21,6 %
 Índice Plástico 12,2 %

Gravas 0,8%
 Arenas 20,0%
 Finos 79,2%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 9
 A.A.S.H.T.O. A - 6
 U.S.C CL

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

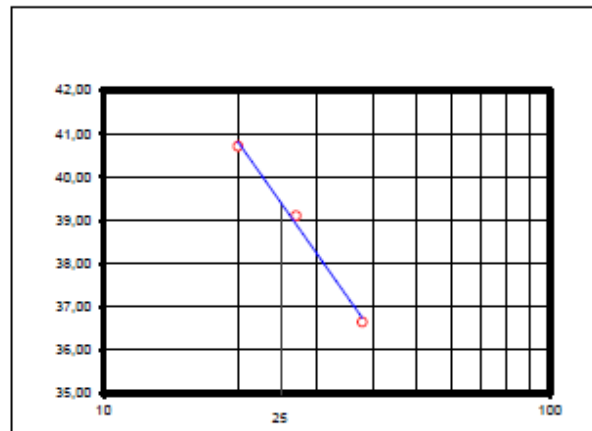
INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		SONDEO: 9
SECTOR: N1157570 E1045018	PROFUNDIDAD: 1.6 M	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	15,93	15,12	15,01
P ₂	13,2	12,43	12,36
P ₃	5,75	5,55	5,85
P _W	2,73	2,69	2,65
P _S	7,45	6,88	6,51
W%	36,64	39,10	40,71

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P ₁	12,27	35,48	214,96
P ₂	11,08	34,51	181,49
P ₃	7,21	31,04	30,41
P _W	1,19	0,97	33,47
P _S	3,87	3,47	151,08
W%	30,75	27,95	22,15

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial: 151,08 gr		Peso final: 25,93 gr			
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	4,3	2,9%		
3/8"	9,51	3,8	2,5%	5,4%	94,6%
4	4,76	4,2	2,8%	8,2%	91,8%
8	2,38				
10	2,00	2,3	1,5%	9,7%	90,3%
12	1,68	0,6	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	5,5	3,7%	13,7%	86,3%
50	0,30	1,4	0,9%		
80	0,18				
100	0,15	2,4			
200	0,07	1,4	0,9%	17,2%	82,8%
Pasa 200		125,2	82,8%	100,0%	0,0%
Total		151,1			

RESULTADOS

Límite Líquido: 39,4 %
 Límite Plástico: 29,4 %
 Índice Plástico: 10,0 %

Gravas: 8,2%
 Arenas: 9,0%
 Finos: 82,8%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo: 9
 A.A.S.H.T.O.: A - 4
 U.S.C.: ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

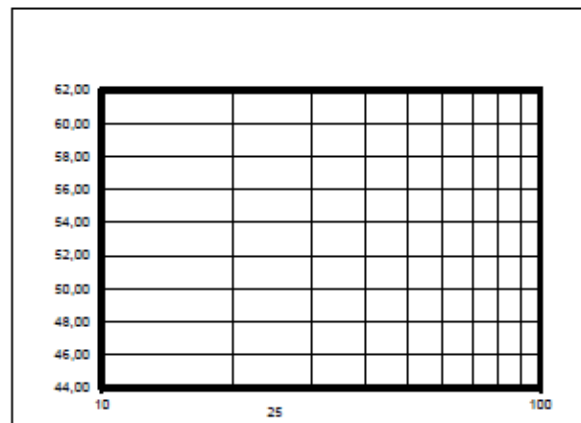
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	N1157570 E1045018	PROFUNDIDAD:	2 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014
			SONDEO: 9
			MUESTRA: 2

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			2
P ₁			186,26
P ₂			168,40
P ₃			4,08
P _w			17,86
P _s			164,32
W%			10,87

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:		164,32	gr	Peso final:		123,00	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% RetAcum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	1,67	0,0%				
3/8"	9,51	5,0	3,0%	3,0%	97,0%		
4	4,76	3,0	1,8%	4,9%	95,1%		
8	2,38						
10	2,00	7,0	4,3%	9,1%	90,9%		
12	1,68	5,0	3,0%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	43,0	26,2%	38,3%	61,7%		
50	0,30	29,0	17,6%				
80	0,18						
100	0,15	22,0					
200	0,07	9,0	5,5%	74,9%	25,1%		
Pasa 200		41,3	25,1%	100,0%	0,0%		
Total		164,3					

RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plástico	-	%
Gravas	4,9%	
Arenas	70,0%	
Finos	25,1%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4
U.S.C	SM

OBSERVACIONES:

La muestra no presento limites

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

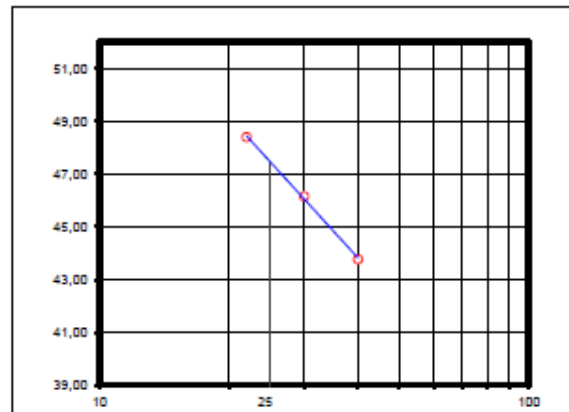
INGENIERIA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157570 E1045018	PROFUNDIDAD: 3.5 M	SONDEO: 9	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	40,5	41,71	40,53
P ₂	37,48	38,48	37,36
P ₃	30,58	31,48	30,81
P _w	3,02	3,23	3,17
P _s	6,90	7,00	6,55
W%	43,77	46,14	48,40

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	3
P ₁	37,09	39,42	166,93
P ₂	36,06	37,95	155,18
P ₃	32,06	32,42	4,08
P _w	1,03	1,47	11,75
P _s	4,00	5,53	151,10
W%	25,75	26,58	7,78

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	8,5	5,6%	5,6%	94,4%
4	4,76	16,0	10,6%	16,2%	83,8%
8	2,38				
10	2,00	17,5	11,6%	27,8%	72,2%
12	1,68	3,0	2,0%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	32,9	21,7%	51,5%	48,5%
50	0,30	6,4	4,2%		
80	0,18				
100	0,15	7,9			
200	0,07	3,7	2,4%	63,4%	36,6%
Pasa 200		55,3	36,6%	100,0%	0,0%
Total		151,1			

RESULTADOS

Límite Líquido 47,4 %
 Límite Plástico 26,2 %
 Índice Plástico 21,3 %

Gravas 16,2%
 Arenas 47,2%
 Finos 36,6%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 3
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C SC

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

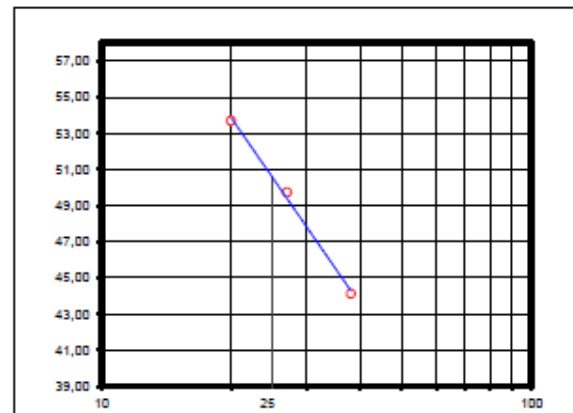
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	N1157411 E1044996	PROFUNDIDAD:	2 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	04/12/2014
			SONDEO: 10
			MUESTRA: 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	30,37	30,11	16,28
P ₂	26,95	26,48	12,57
P ₃	19,2	19,18	5,66
P _W	3,42	3,63	3,71
P _S	7,75	7,30	6,91
W%	44,13	49,73	53,69

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	3
P ₁	11,58	10,12	209,26
P ₂	10,06	8,96	166,22
P ₃	5,48	5,52	53,82
P _W	1,52	1,16	43,04
P _S	4,56	3,44	112,40
W%	33,19	33,72	38,29

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial:	112,40	gr			
Peso final:	5,98	gr			
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	0,1	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38				
10	2,00	0,5	0,4%	0,6%	99,4%
12	1,68	0,2	0,2%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,9	2,6%	3,4%	96,6%
50	0,30	0,6	0,5%		
80	0,18				
100	0,15	0,9			
200	0,07	0,7	0,6%	5,3%	94,7%
Pasa 200		106,4	94,7%	100,0%	0,0%
Total		112,4			

RESULTADOS

Límite Líquido	50,5	%
Límite Plástico	33,5	%
Índice Plástico	17,0	%
Gravas	0,1%	
Arenas	5,2%	
Finos	94,7%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	21
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	MH

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 901.482.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

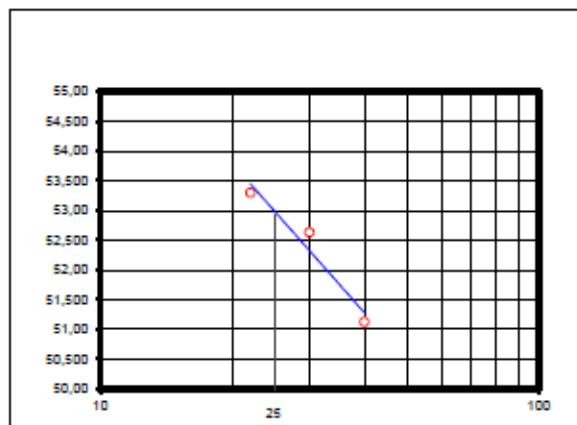
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157411 E1044996	PROFUNDIDAD: 4 M	SONDEO: 10	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 04/12/2014	MUESTRA: 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	15,8	15,2	17,23
P ₂	12,39	11,9	13,27
P ₃	5,72	5,63	5,84
P _w	3,41	3,30	3,96
P _s	6,67	6,27	7,43
W%	51,12	52,63	53,30

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	4
P ₁	10,26	9,92	203,84
P ₂	9,12	8,86	170,44
P ₃	5,50	5,41	54,20
P _w	1,14	1,06	33,40
P _s	3,62	3,45	116,24
W%	31,49	30,72	28,73

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		116,24 gr	Peso final:			4,82 gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	
3"	76,10					
2 1/2"	64,00				100,0%	
2"	50,80				100,0%	
1 1/2"	38,10				100,0%	
1"	25,40				100,0%	
3/4"	19,00				100,0%	
1/2"	12,70					
3/8"	9,51				100,0%	
4	4,76				100,0%	
8	2,38					
10	2,00	0,6	0,5%	0,5%	99,5%	
12	1,68	0,2	0,2%			
16	1,19					
30	0,59					
40	0,42	2,1	1,8%	2,4%	97,6%	
50	0,30	0,6	0,5%			
80	0,18					
100	0,15	0,9				
200	0,07	0,5	0,4%	4,1%	95,9%	
Pasa 200		111,4	95,9%	100,0%	0,0%	
Total		116,2				

RESULTADOS


Límite Líquido	52,9	%
Límite Plástico	31,1	%
Índice Plástico	21,8	%
Gravas	0,0%	
Arenas	4,1%	
Finos	95,9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	26
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	MH


N1157411 E1044996

OBSERVACIONES:


 INCENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 900.490.1071

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
--	---	---

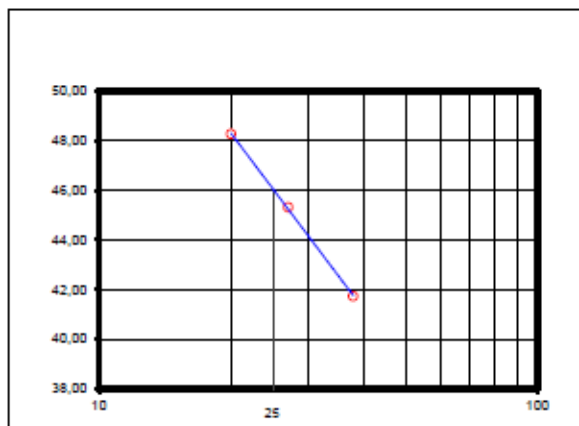
OBRA:	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SONDEO	10
SECTOR:	N1157411 E1044996	PROFUNDIDAD	13 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	04/12/2014
		MUESTRA	6

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	15,81	17,2	16,97
P ₂	12,71	13,57	13,34
P ₃	5,78	5,56	5,82
P _w	2,90	3,63	3,63
P _s	6,95	8,01	7,52
W%	41,73	45,32	48,27

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	5
P ₁	13,25	10,46	203,15
P ₂	11,90	9,03	168,40
P ₃	7,21	4,10	53,42
P _w	1,35	1,43	34,75
P _s	4,69	4,93	114,98
W%	28,78	29,01	30,22

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	114,98	gr	Peso final:	6,17	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,78	0,1	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38				
10	2,00	1,4	1,2%	1,2%	98,8%
12	1,68	0,4	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,4	2,1%	3,7%	96,3%
50	0,30	0,5	0,5%		
80	0,18				
100	0,15	0,8			
200	0,07	0,6	0,5%	5,4%	94,6%
Pasa 200		108,8	94,6%	100,0%	0,0%
Total		115,0			

RESULTADOS

Límite Líquido	46,0	%
Límite Plástico	28,9	%
Índice Plástico	17,1	%
Gravas	0,1%	
Arenas	5,3%	
Finos	94,6%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	19
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 925.482.887-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

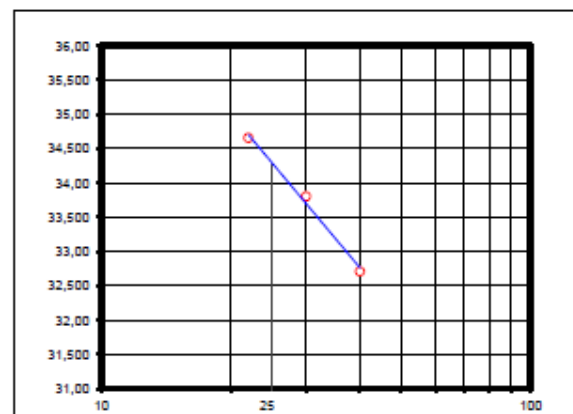
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157411 E1044898	PROFUNDIDAD: 10 M	SONDEO: 10	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 04/12/2014	MUESTRA: 8	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	16,85	17,4	17,35
P ₂	13,7	14,03	13,94
P ₃	4,07	4,06	4,1
P _W	3,15	3,37	3,41
P _S	9,63	9,97	9,84
W%	32,71	33,80	34,65

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	7
P ₁	11,04	10,74	204,44
P ₂	10,01	9,72	186,74
P ₃	4,11	4,08	54,21
P _W	1,03	1,02	17,70
P _S	5,90	5,64	132,63
W%	17,46	18,09	13,36

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				100,0%
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	4,4	3,3%	3,3%	96,7%
8	2,38				
10	2,00	7,4	5,6%	8,8%	91,2%
12	1,68	1,9	1,5%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	15,8	11,9%	22,2%	77,8%
50	0,30	3,1	2,4%		
80	0,18				
100	0,15	5,3			
200	0,07	2,9	2,2%	30,8%	69,2%
Pasa 200		91,7	69,2%	100,0%	0,0%
Total		132,5			

RESULTADOS

Límite Líquido: 34,3 %
 Límite Plástico: 17,8 %
 Índice Plástico: 16,5 %

Gravas: 3,3%
 Arenas: 27,5%
 Finos: 69,2%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo: 9
 A.A.S.H.T.O.: A - 6
 U.S.C.: CL


OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.

 NIT. 905.482.961-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

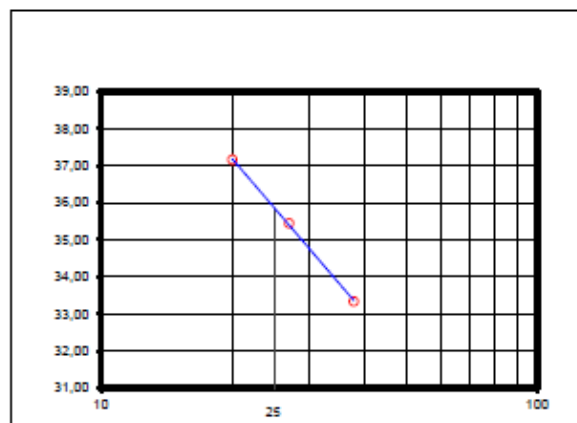
INGENIERIA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		SONDEO 11
SECTOR: N1157194 E1044828	PROFUNDIDAD 1.6 M	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	29,19	28,86	30,93
P ₂	26,83	26,51	27,89
P ₃	19,75	19,88	19,71
P _w	2,36	2,35	3,04
P _s	7,08	6,63	8,18
W%	33,33	35,44	37,16

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	4
P ₁	23,60	24,46	216,00
P ₂	22,81	23,46	197,36
P ₃	19,84	19,79	52,44
P _w	0,79	1,00	18,64
P _s	2,97	3,67	144,92
W%	26,60	27,25	12,86

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		144,92 gr		Peso final:		45,77 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	2,8	1,9%				
3/8"	9,51			1,9%	98,1%		
4	4,76	4,4	3,1%	5,0%	95,0%		
8	2,38						
10	2,00	9,3	6,4%	11,4%	88,6%		
12	1,68	1,5	1,0%				
18	1,19						
30	0,59						
40	0,42	15,1	10,4%	22,8%	77,2%		
50	0,30	3,4	2,3%				
80	0,18						
100	0,15	5,7					
200	0,07	3,6	2,5%	31,6%	68,4%		
Pasa 200		99,2	68,4%	100,0%	0,0%		
Total		144,9					

RESULTADOS

Límite Líquido	35,8 %
Límite Plástico	26,9 %
Índice Plástico	8,9 %
Gravas	5,0%
Arenas	26,6%
Finos	68,4%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	5
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		SONDEO 11
SECTOR: N1157194 E1044828	PROFUNDIDAD 3 M	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA 2

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	28,18	30,1	29,3
P ₂	25,85	27,47	26,46
P ₃	18,99	20,33	19,1
P _w	2,33	2,63	2,84
P _s	6,86	7,14	7,36
W%	33,97	36,83	38,59

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	5
P ₁	22,25	23,46	215,42
P ₂	21,32	22,66	195,18
P ₃	18,09	19,70	53,65
P _w	0,93	0,80	20,24
P _s	3,23	2,96	141,53
W%	28,79	27,03	14,30

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		141,53 gr		Peso final:		19,48 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70						
3/8"	9,51				100,0%		
4	4,76	0,5	0,4%	0,4%	99,6%		
8	2,38						
10	2,00	3,2	2,2%	2,6%	97,4%		
12	1,68	1,2	0,8%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	8,7	6,1%	9,5%	90,5%		
50	0,30	1,6	1,1%				
80	0,18						
100	0,15	2,6					
200	0,07	1,8	1,3%	13,8%	86,2%		
Pasa 200		122,1	86,2%	100,0%	0,0%		
Total		141,5					

RESULTADOS

Límite Líquido	37,7	%
Límite Plástico	27,9	%
Índice Plástico	9,8	%
Gravas	0,4%	
Arenas	13,4%	
Finos	86,2%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	10
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

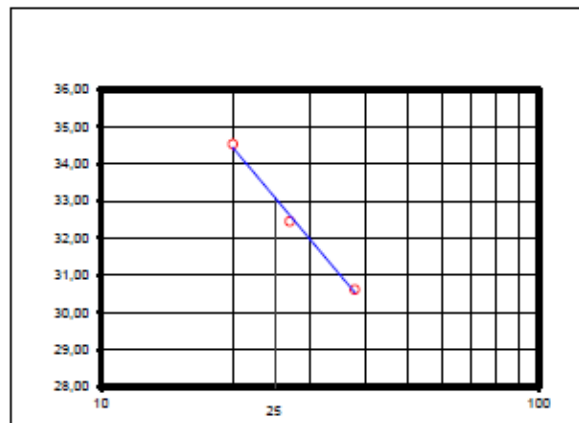
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	N1157194 E1044828	PROFUNDIDAD:	4 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014
			SONDEO: 11
			MUESTRA: 3

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	30,22	29,68	17,28
P ₂	27,63	27,11	14,3
P ₃	19,17	19,19	5,67
P _W	2,59	2,57	2,98
P _S	8,46	7,92	8,63
W%	30,61	32,45	34,53

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	6
P ₁	10,62	10,63	215,58
P ₂	9,53	9,54	195,73
P ₃	5,49	5,53	53,87
P _W	1,09	1,09	19,85
P _S	4,04	4,01	141,86
W%	26,98	27,18	13,99

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial: 141,86 gr		Peso final: 40,33 gr			
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	2,0	1,4%	1,4%	98,6%
8	2,38				
10	2,00	5,2	3,7%	5,1%	94,9%
12	1,68	1,2	0,8%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	14,5	10,2%	16,1%	83,9%
50	0,30	4,0	2,8%		
80	0,18				
100	0,15	8,4			
200	0,07	5,1	3,6%	28,4%	71,6%
Pasa 200		101,5	71,6%	100,0%	0,0%
Total		141,9			

RESULTADOS

Límite Líquido 33,1 %
 Límite Plástico 27,1 %
 Índice Plástico 6,0 %

Gravas 1,4%
 Arenas 27,0%
 Finos 71,6%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 4
 A.A.S.H.T.O. A - 4
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

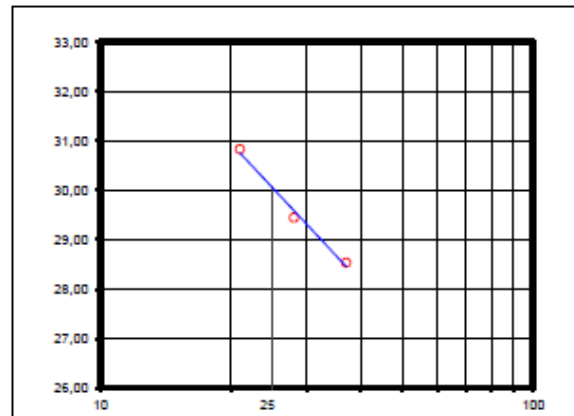
INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157194 E1044828	PROFUNDIDAD: 5 M	SONDEO: 11	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 4	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	37	28	21
Recipiente No.	25	26	27
P ₁	14,82	15,49	16,1
P ₂	12,8	13,27	13,68
P ₃	5,72	5,73	5,83
P _w	2,02	2,22	2,42
P _s	7,08	7,54	7,85
W%	28,53	29,44	30,83

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	28	29	7
P ₁	10,47	11,36	218,31
P ₂	9,56	10,21	195,84
P ₃	5,48	5,38	54,16
P _w	0,91	1,15	22,47
P _s	4,08	4,83	141,68
W%	22,30	23,81	15,86

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:		141,68 gr		Peso final:		104,90 gr	
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	10,2	7,2%				
3/8"	9,51	12,8	9,0%	16,2%	83,8%		
4	4,76	35,2	24,8%	41,1%	58,9%		
8	2,38						
10	2,00	19,9	14,0%	55,1%	44,9%		
12	1,68	2,3	1,6%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	14,5	10,3%	66,9%	33,1%		
50	0,30	2,8	2,0%				
80	0,18						
100	0,15	4,6					
200	0,07	2,6	1,8%	74,0%	26,0%		
Pasa 200		36,8	26,0%	100,0%	0,0%		
Total		141,7					

RESULTADOS

Límite Líquido 30,1 %
 Límite Plástico 23,1 %
 Índice Plástico 7,0 %

Gravas 41,1%
 Arenas 33,0%
 Finos 26,0%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 0
 A.A.S.H.T.O. A - 2 - 4
 U.S.C GM

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ



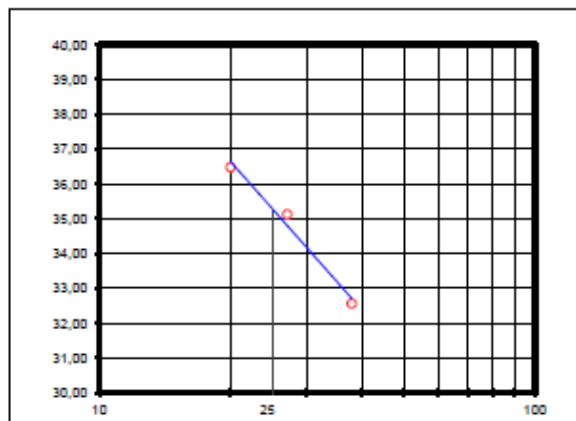
OBRA:	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		SONDEO	12	
SECTOR:	N1157188 E1044731	PROFUNDIDAD	1 M		
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014	MUESTRA	1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	15,44	14,08	15,64
P ₂	13,06	11,86	13,01
P ₃	5,75	5,54	5,8
P _w	2,38	2,22	2,63
P _s	7,31	6,32	7,21
W%	32,56	35,13	36,48

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	8
P ₁	11,80	9,71	211,62
P ₂	10,82	8,53	188,32
P ₃	7,21	4,19	53,46
P _w	0,98	1,18	23,30
P _s	3,61	4,34	134,86
W%	27,15	27,19	17,28

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		134,86 gr	Peso final:		32,59 gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	2,6	1,9%		
3/8"	9,51	3,6	2,6%	4,6%	95,4%
4	4,76	4,1	3,0%	7,6%	92,4%
8	2,38				
10	2,00	3,5	2,6%	10,2%	89,8%
12	1,68	0,7	0,5%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	8,4	6,2%	16,9%	83,1%
50	0,30	2,3	1,7%		
80	0,18				
100	0,15	4,5			
200	0,07	3,0	2,2%	24,2%	75,8%
Pasa 200		102,3	75,8%	100,0%	0,0%
Total		134,9			

RESULTADOS

Límite Líquido 35,2 %
Límite Plástico 27,2 %
Índice Plástico 8,1 %

Gravas 7,6%
Arenas 16,6%
Finos 75,8%



CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 6
A.A.S.H.T.O. A - 4
U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

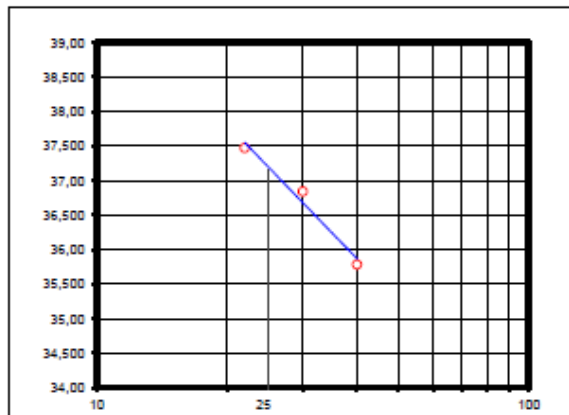
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157188 E1044731	PROFUNDIDAD 2 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	43,95	42,36	42,99
P ₂	41,08	39,7	39,52
P ₃	33,06	32,48	30,26
P _w	2,87	2,66	3,47
P _s	8,02	7,22	9,26
W%	35,79	36,84	37,47

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	9
P ₁	36,60	36,18	213,64
P ₂	35,62	35,04	193,20
P ₃	31,64	30,59	54,13
P _w	0,98	1,14	20,44
P _s	3,98	4,45	139,07
W%	24,62	25,62	14,70

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:		139,07	gr	Peso final:			19,64	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa			
3"	76,10							
2 1/2"	64,00						100,0%	
2"	50,80						100,0%	
1 1/2"	38,10						100,0%	
1"	25,40						100,0%	
3/4"	19,00						100,0%	
1/2"	12,70						100,0%	
3/8"	9,51						100,0%	
4	4,76						100,0%	
8	2,38							
10	2,00	3,6	2,6%	2,6%			97,4%	
12	1,68	1,0	0,7%					
16	1,19							
30	0,59							
40	0,42	8,9	6,4%	9,7%			90,3%	
50	0,30	1,8	1,3%					
80	0,18							
100	0,15	2,7						
200	0,07	1,7	1,2%	14,1%			85,9%	
Pasa 200		119,4	85,9%	100,0%			0,0%	
Total		139,1						

RESULTADOS

Límite Líquido 37,2 %
 Límite Plástico 25,1 %
 Índice Plástico 12,0 %

Gravas 0,0%
 Arenas 14,1%
 Finos 85,9%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 11
 A.A.S.H.T.O. A - 6
 U.S.C. ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

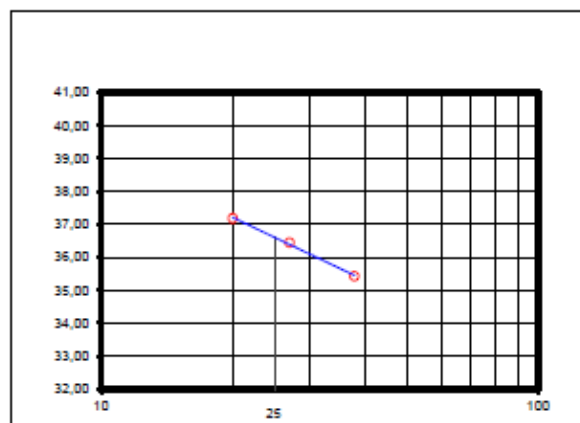
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	N1158999 E1044693	PROFUNDIDAD:	2 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	29/12/2014
			SONDEO: 13
			MUESTRA: 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	15,91	14,99	17,7
P ₂	13,26	12,45	14,48
P ₃	5,78	5,48	5,82
P _w	2,65	2,54	3,22
P _s	7,48	6,97	8,66
W%	35,43	36,44	37,18

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	5
P ₁	14,64	11,06	214,90
P ₂	13,20	9,72	179,33
P ₃	7,17	4,03	53,45
P _w	1,44	1,34	35,57
P _s	6,03	5,69	125,88
W%	23,88	23,55	28,26

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		125,88 gr		Peso final:		39,70 gr	
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70						
3/8"	9,51	2,9	2,3%	2,3%	97,7%		
4	4,76	7,0	5,6%	7,9%	92,1%		
8	2,38						
10	2,00	4,8	3,8%	11,7%	88,3%		
12	1,68	1,1	0,8%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	9,1	7,2%	19,8%	80,2%		
50	0,30	3,7	2,9%				
80	0,18						
100	0,15	6,1					
200	0,07	5,0	4,0%	31,5%	68,5%		
Pasa 200		86,2	68,5%	100,0%	0,0%		
Total		125,9					

RESULTADOS

Límite Líquido 36,6 %
 Límite Plástico 23,7 %
 Índice Plástico 12,9 %

Gravas 7,9%
 Arenas 23,6%
 Finos 68,5%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 8
 A.A.S.H.T.O. A - 6
 U.S.C CL

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 804.462.667-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

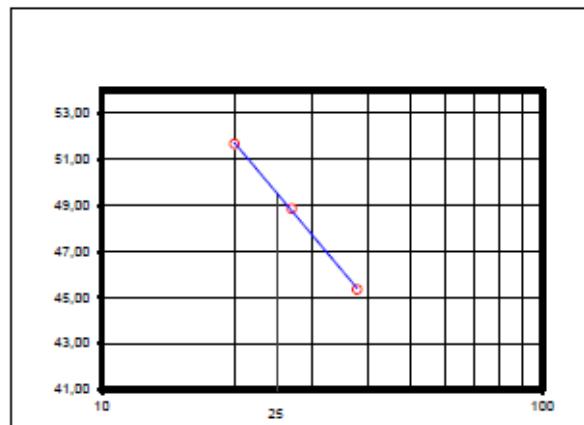
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1156999 E1044693	PROFUNDIDAD: 4 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	26	27	28
P ₁	32,47	32,21	32,9
P ₂	28,48	28,15	28,42
P ₃	19,68	19,84	19,75
P _W	3,99	4,06	4,48
P _S	8,80	8,31	8,67
W%	45,34	48,86	51,87

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	29	30	6
P ₁	25,48	26,48	208,30
P ₂	24,28	25,00	171,70
P ₃	19,85	19,79	54,15
P _W	1,20	1,48	36,60
P _S	4,43	5,21	117,55
W%	27,09	28,41	31,14

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	117,55	gr	Peso final:	18,69	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	2,1	1,8%	1,8%	98,2%
8	2,38				
10	2,00	2,8	2,4%	4,2%	95,8%
12	1,68	0,4	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	3,5	3,0%	7,5%	92,5%
50	0,30	1,0	0,9%		
80	0,18				
100	0,15	2,2			
200	0,07	6,7	5,7%	15,9%	84,1%
Pasa 200		98,9	84,1%	100,0%	0,0%
Total		117,6			

RESULTADOS

Límite Líquido 49,5 %
 Límite Plástico 27,7 %
 Índice Plástico 21,8 %

Gravas 1,8%
 Arenas 14,1%
 Finos 84,1%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 20
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C. CL

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 922.492.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1156999 E1044693	PROFUNDIDAD: 0 M	SONDEO: 13	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA: 3	

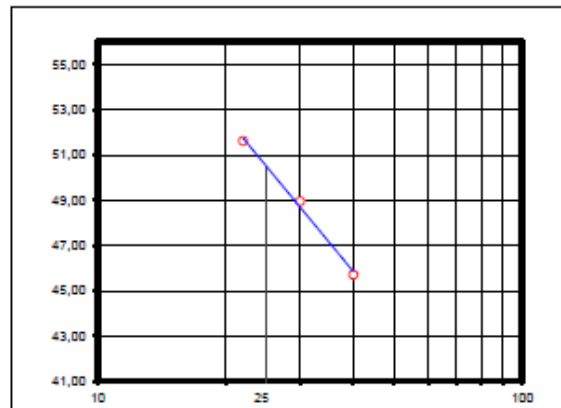
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	31	32	33
P ₁	31,56	31,73	30,9
P ₂	27,62	28	26,91
P ₃	19	20,38	19,18
P _w	3,94	3,73	3,99
P _s	8,62	7,62	7,73
W%	45,71	48,95	51,62

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	34	35	7
P ₁	23,94	25,61	215
P ₂	22,66	24,30	178,14
P ₃	18,09	19,71	54,21
P _w	1,28	1,31	36,86
P _s	4,57	4,59	123,93
W%	28,01	28,54	29,74

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial: 123,93 gr		Peso final: 29,69 gr			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	26,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	17,7	14,3%		
3/8"	9,51			14,3%	85,7%
4	4,76	1,5	1,2%	15,5%	84,5%
8	2,38				
10	2,00	2,0	1,6%	17,1%	82,9%
12	1,68	0,3	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,4	1,9%	19,3%	80,7%
50	0,30	0,5	0,4%		
80	0,18				
100	0,15	1,3			
200	0,07	4,0	3,2%	24,0%	76,0%
Pasa 200		94,2	76,0%	100,0%	0,0%
Total		123,9			

RESULTADOS

Límite Líquido 50,4 %
 Límite Plástico 28,3 %
 Índice Plástico 22,2 %

Gravas 15,5%
 Arenas 8,4%
 Finos 76,0%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 18
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C MH

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 903.482.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

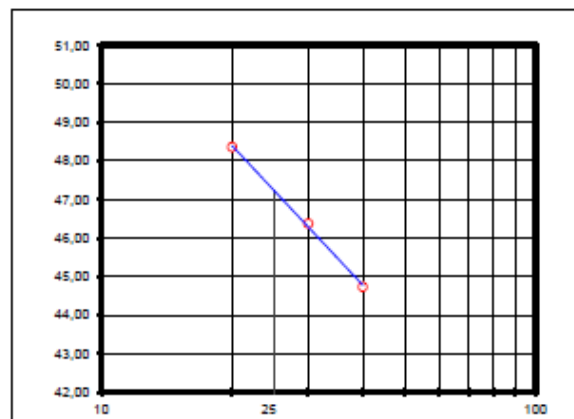
INGENIERIA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1158899 E1044893	PROFUNDIDAD: 8 M	SONDEO: 13	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 29/12/2014	MUESTRA: 4	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	31,02	29,53	17,9
P ₂	27,37	26,27	13,92
P ₃	19,21	19,24	5,69
P _w	3,65	3,26	3,98
P _s	8,16	7,03	8,23
W%	44,73	46,37	48,38

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	8
P ₁	12,83	12,56	223,65
P ₂	11,16	10,97	170,16
P ₃	5,49	5,52	49,38
P _w	1,67	1,59	53,49
P _s	5,67	5,45	120,78
W%	29,45	29,17	44,29

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	2,1	1,7%	1,7%	98,3%
8	2,38				
10	2,00	2,8	2,3%	4,0%	96,0%
12	1,68	0,5	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	4,3	3,6%	8,0%	92,0%
50	0,30	1,2	1,0%		
80	0,18				
100	0,15	2,4			
200	0,07	4,5	3,7%	14,7%	85,3%
Pasa 200		103,0	85,3%	100,0%	0,0%
Total		120,8			

RESULTADOS

Límite Líquido 47,2 %
 Límite Plástico 29,3 %
 Índice Plástico 17,9 %

Gravas 1,7%
 Arenas 13,0%
 Finos 85,3%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 17
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 900.482.947-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ



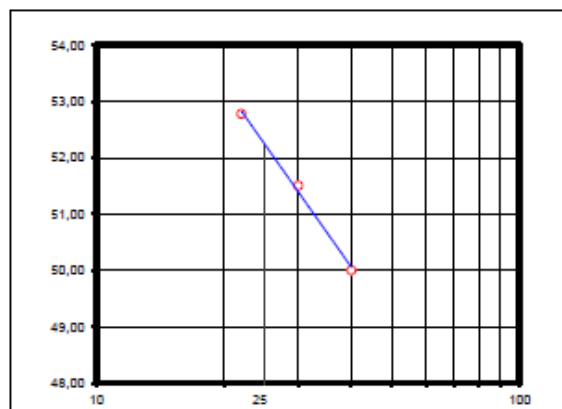
OBRA:	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.			SONDEO	13
SECTOR:	N1158999 E1044893	PROFUNDIDAD	10 M		
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	29/12/2014	MUESTRA	5

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	16,82	17,77	19,39
P ₂	13,12	13,66	14,73
P ₃	5,72	5,68	5,9
P _w	3,70	4,11	4,66
P _s	7,40	7,98	8,83
W%	50,00	51,50	52,77

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	9
P ₁	11,25	11,88	210,30
P ₂	9,94	10,44	163,87
P ₃	5,50	5,40	54,00
P _w	1,31	1,44	46,43
P _s	4,44	5,04	109,87
W%	29,50	28,57	42,26

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	1,9	1,7%	1,7%	98,3%
8	2,38				
10	2,00	1,0	0,9%	2,6%	97,4%
12	1,68	0,2	0,2%		
18	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,8	2,5%	5,3%	94,7%
50	0,30	0,7	0,6%		
80	0,18				
100	0,15	1,3			
200	0,07	4,2	3,8%	10,9%	89,1%
Pasa 200		97,9	89,1%	100,0%	0,0%
Total		109,9			

RESULTADOS

Límite Líquido 52,2 %
 Límite Plástico 29,0 %
 Índice Plástico 23,2 %

Gravas 1,7%
 Arenas 9,2%
 Finos 89,1%

CLASIFICACIÓN



Índice de Grupo 24
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C MH

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 901.482.4671

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

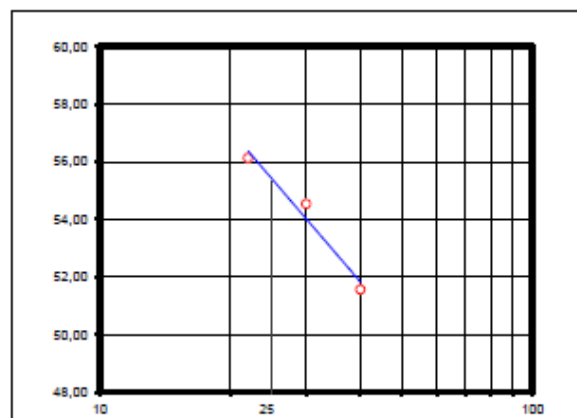
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VELEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1158971 E1044572	PROFUNDIDAD: 1 M	SONDEO: 14	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	28,44	28,22	29,14
P ₂	25,47	25,27	25,75
P ₃	19,71	19,86	19,71
P _W	2,97	2,95	3,39
P _S	5,76	5,41	6,04
W%	51,56	54,53	56,13

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P ₁	23,14	22,70	200,05
P ₂	22,31	21,96	172,52
P ₃	19,83	19,78	52,42
P _W	0,83	0,74	27,53
P _S	2,48	2,18	120,10
W%	33,47	33,94	22,92

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	8,2	6,8%		
3/8"	9,51			6,8%	93,2%
4	4,76	5,9	4,9%	11,8%	88,2%
8	2,38				
10	2,00	7,5	6,2%	18,0%	82,0%
12	1,68	1,5	1,2%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	16,1	13,4%	32,7%	67,3%
50	0,30	2,9	2,4%		
80	0,18				
100	0,15	5,1			
200	0,07	3,2	2,7%	42,0%	58,0%
Pasa 200		69,7	58,0%	100,0%	0,0%
Total		120,1			

RESULTADOS

Límite Líquido	55,3	%
Límite Plástico	33,7	%
Índice Plástico	21,6	%
Gravas	11,8%	
Arenas	30,2%	
Finos	58,0%	



CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	11
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	MH

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

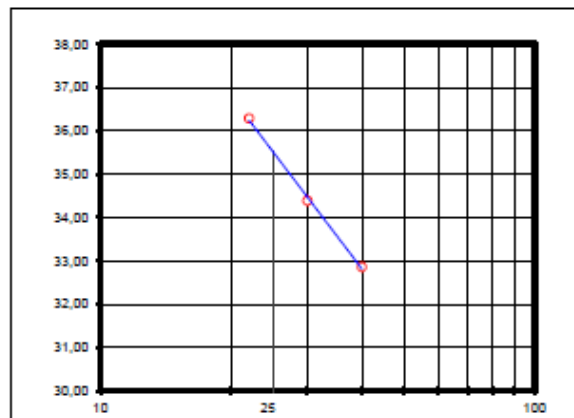
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1158971 E1044572	PROFUNDIDAD 2 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	29,2	30,99	33,89
P ₂	26,67	28,26	29,95
P ₃	18,97	20,32	19,09
P _W	2,53	2,73	3,94
P _S	7,70	7,94	10,86
W%	32,86	34,38	36,28

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	2
P ₁	22,36	23,59	209,15
P ₂	21,52	22,81	176,44
P ₃	18,09	19,70	53,68
P _W	0,84	0,78	32,71
P _S	3,43	3,11	122,76
W%	24,49	25,08	26,65

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W/P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	122,76	gr	Peso final:	32,26	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	3,6	2,9%	2,9%	97,1%
8	2,38				
10	2,00	5,8	4,7%	7,6%	92,4%
12	1,68	1,2	1,0%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	10,7	8,7%	17,3%	82,7%
50	0,30	2,8	2,3%		
80	0,18				
100	0,15	5,3			
200	0,07	2,9	2,3%	26,3%	73,7%
Pasa 200		90,5	73,7%	100,0%	0,0%
Total		122,8			

RESULTADOS

Límite Líquido 35,5 %
 Límite Plástico 24,8 %
 Índice Plástico 10,7 %

Gravas 2,9%
 Arenas 23,4%
 Finos 73,7%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 7
 A.A.S.H.T.O. A - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1156971 E1044572	PROFUNDIDAD: 3.5 M	SONDEO: 14	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

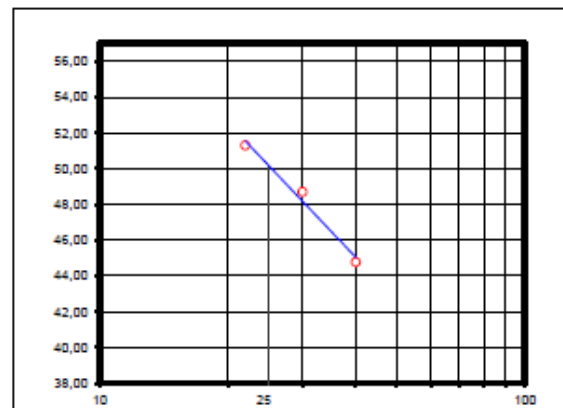
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	29,01	28,29	16,14
P ₂	25,97	25,3	12,58
P ₃	19,18	19,16	5,64
P _w	3,04	2,99	3,56
P _s	6,79	6,14	6,94
W%	44,77	48,70	51,30

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	3
P ₁	8,66	9,57	208,55
P ₂	7,84	8,54	167,18
P ₃	5,49	5,54	53,88
P _w	0,82	1,03	41,37
P _s	2,35	3,00	113,30
W%	34,89	34,33	36,51

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:		113,30 gr		Peso final:		25,11 gr	
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70						
3/8"	9,51	1,3	1,1%	1,1%	98,9%		
4	4,76			1,1%	98,9%		
8	2,38						
10	2,00	1,5	1,3%	2,5%	97,5%		
12	1,68	0,8	0,7%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	12,3	10,9%	14,1%	85,9%		
50	0,30	2,9	2,5%				
80	0,18						
100	0,15	4,4					
200	0,07	1,9	1,7%	22,2%	77,8%		
Pasa 200		88,2	77,8%	100,0%	0,0%		
Total		113,3					

RESULTADOS

Límite Líquido: 50,1 %
 Límite Plástico: 34,6 %
 Índice Plástico: 15,5 %

Gravas: 1,1%
 Arenas: 21,0%
 Finos: 77,8%


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo: 14
 A.A.S.H.T.O.: A - 7 - 5
 U.S.C.: MH

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

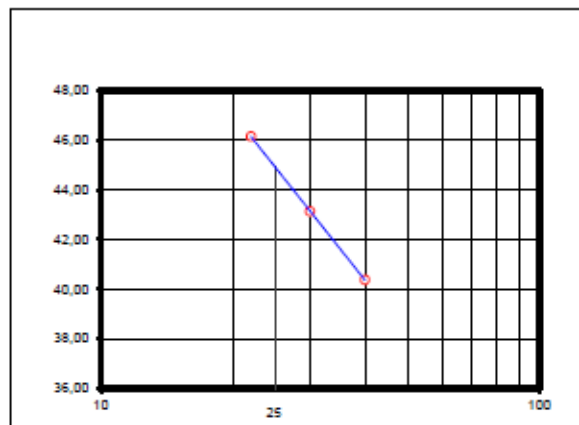
INGENIERÍA & SUELOS <small>LABORATORIO</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1156971 E1044572	PROFUNDIDAD: 6 M		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA <u>4</u>	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	16,2	15,94	17,99
P ₂	13,18	12,83	14,15
P ₃	5,7	5,62	5,83
P _w	3,02	3,11	3,84
P _s	7,48	7,21	8,32
W%	40,37	43,13	46,15

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	4
P ₁	9,34	9,67	206,16
P ₂	8,58	8,84	173,07
P ₃	5,50	5,40	54,15
P _w	0,76	0,83	33,09
P _s	3,08	3,44	118,92
W%	24,68	24,13	27,83

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	118,92	gr	Peso final:	12,07	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	1,1	0,9%	0,9%	99,1%
4	4,76			0,9%	99,1%
8	2,38				
10	2,00	1,9	1,6%	2,5%	97,5%
12	1,68	0,4	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	4,1	3,5%	6,4%	93,6%
50	0,30	1,2	1,0%		
80	0,18				
100	0,15	2,1			
200	0,07	1,2	1,0%	10,1%	89,9%
Pasa 200		106,9	89,9%	100,0%	0,0%
Total		118,9			

RESULTADOS

Límite Líquido 44,9 %
 Límite Plástico 24,4 %
 Índice Plástico 20,5 %

Gravas 0,9%
 Arenas 9,2%
 Finos 89,9%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 20
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C CL

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ



OBRA:	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		SONDEO	15
SECTOR:	N1157310 E1044774	PROFUNDIDAD	2 M	
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014	MUESTRA 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	41,2	39,92	42,21
P ₂	38,04	36,9	38,72
P ₃	31,52	30,86	32,04
P _w	3,16	3,02	3,49
P _s	6,52	6,04	6,68
W%	48,47	50,00	52,25

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	9
P ₁	38,04	35,50	207,71
P ₂	36,62	34,35	164,68
P ₃	32,40	30,42	54,16
P _w	1,42	1,15	43,03
P _s	4,22	3,93	110,52
W%	33,65	29,26	38,93

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	0,6	0,6%	0,6%	99,4%
8	2,38				
10	2,00	0,3	0,2%	0,8%	99,2%
12	1,68	0,1	0,1%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	0,7	0,6%	1,5%	98,5%
50	0,30	0,3	0,2%		
80	0,18				
100	0,15	0,8			
200	0,07	1,2	1,0%	3,5%	96,5%
Pasa 200		106,7	96,5%	100,0%	0,0%
Total		110,5			

RESULTADOS

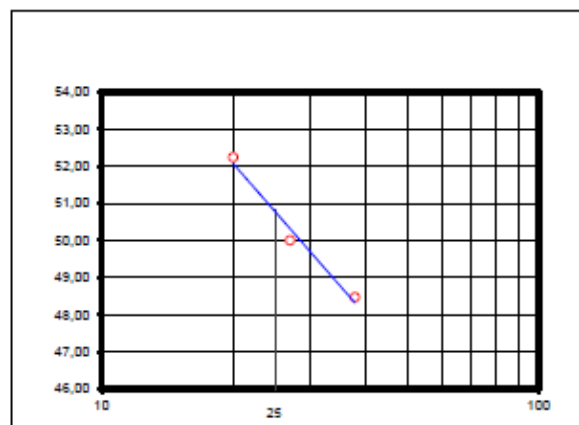
Límite Líquido 50,8 %
 Límite Plástico 31,5 %
 Índice Plástico 19,4 %

Gravas 0,6%
 Arenas 2,9%
 Finos 96,5%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 23
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
 U.S.C MH


OBSERVACIONES:



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

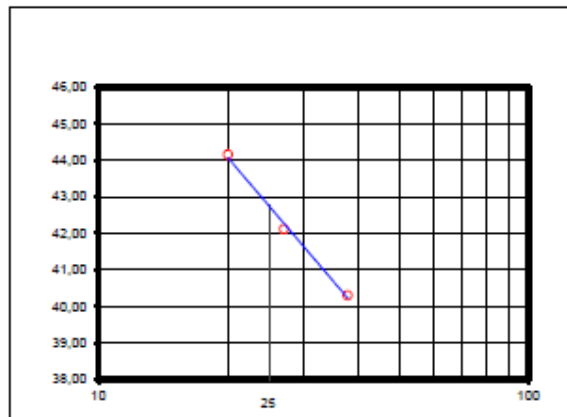
INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157310 E1044774	PROFUNDIDAD: 3,6 M	SONDEO: 15	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	13,5	13,37	13,62
P ₂	10,8	10,62	10,71
P ₃	4,1	4,09	4,12
P _w	2,70	2,75	2,91
P _s	6,70	6,53	6,59
W%	40,30	42,11	44,16

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	10
P ₁	9,90	9,55	207,88
P ₂	8,62	8,30	171,42
P ₃	4,08	4,06	49,35
P _w	1,28	1,25	36,46
P _s	4,54	4,24	122,07
W%	28,19	29,48	29,87

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	122,07	gr	Peso final:	14,64	gr
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	1,7	1,4%	1,4%	98,6%
4	4,76	2,1	1,7%	3,1%	96,9%
8	2,38				
10	2,00	3,2	2,6%	5,7%	94,3%
12	1,68	0,4	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	2,9	2,4%	8,4%	91,6%
50	0,30	1,0	0,8%		
80	0,18				
100	0,15	2,1			
200	0,07	1,4	1,1%	12,0%	88,0%
Pasa 200		107,4	88,0%	100,0%	0,0%
Total		122,1			

RESULTADOS

Límite Líquido	42,8	%
Límite Plástico	28,8	%
Índice Plástico	13,9	%
Gravas	3,1%	
Arenas	8,9%	
Finos	88,0%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	14
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

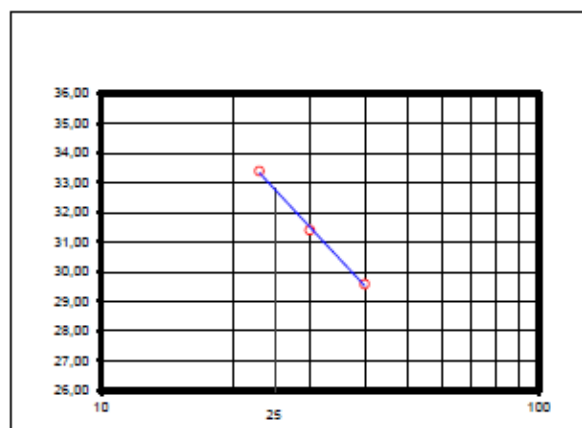
INGENIERÍA & SUELOS	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157310 E1044774	PROFUNDIDAD: 5 M	SONDEO: 15	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	23
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	9,94	11,33	211,18
P ₂	8,6	9,6	171,83
P ₃	4,07	4,09	53,96
P _W	1,34	1,73	39,35
P _S	4,53	5,51	117,87
W%	29,58	31,40	33,38

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	11
P ₁	9,94	11,30	211,18
P ₂	8,60	9,60	171,83
P ₃	4,07	4,09	53,96
P _W	1,34	1,70	39,35
P _S	4,53	5,51	117,87
W%	29,58	30,85	33,38

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial:		117,87			
Peso final:		11,77			
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	2,2	1,8%	1,8%	98,2%
8	2,38				
10	2,00	2,0	1,7%	3,6%	96,4%
12	1,68	0,4	0,3%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	3,0	2,5%	6,4%	93,6%
50	0,30	1,0	0,8%		
80	0,18				
100	0,15	1,9			
200	0,07	1,4	1,2%	10,0%	90,0%
Pasa 200		106,1	90,0%	100,0%	0,0%
Total		117,9			

RESULTADOS

Límite Líquido	32,8	%
Límite Plástico	30,2	%
Índice Plástico	2,6	%
Gravas	1,8%	
Arenas	8,2%	
Finos	90,0%	


CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

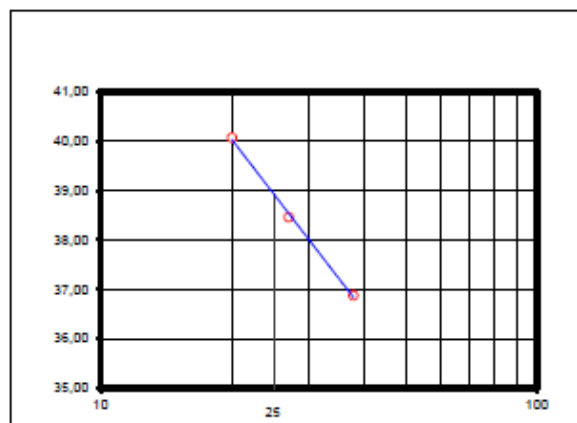
INGENIERIA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157378 E1044722	PROFUNDIDAD: 2 M	SONDEO: 16	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	30,32	30,32	31
P ₂	27,47	27,42	27,77
P ₃	19,74	19,88	19,71
P _w	2,85	2,90	3,23
P _s	7,73	7,54	8,06
W%	36,87	38,46	40,07

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P ₁	23,90	25,24	205,04
P ₂	22,96	23,96	172,28
P ₃	19,84	19,79	52,48
P _w	0,94	1,28	32,76
P _s	3,12	4,17	119,80
W%	30,13	30,70	27,35

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		119,80 gr	Peso final:			56,06 gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	
3"	76,10					
2 1/2"	64,00				100,0%	
2"	50,80				100,0%	
1 1/2"	38,10				100,0%	
1"	25,40				100,0%	
3/4"	19,00				100,0%	
1/2"	12,70	2,8	2,3%			
3/8"	9,51	2,6	2,1%	4,5%	95,5%	
4	4,76	6,7	5,6%	10,0%	90,0%	
8	2,38					
10	2,00	7,0	5,8%	15,8%	84,1%	
12	1,68	1,2	1,0%			
16	1,19					
30	0,69					
40	0,42	13,2	11,0%	27,9%	72,1%	
50	0,30	4,6	3,8%			
80	0,18					
100	0,15	10,2				
200	0,07	7,9	6,6%	46,8%	53,2%	
Pasa 200		63,7	53,2%	100,0%	0,0%	
Total		119,8				

RESULTADOS

Límite Líquido 38,9 %
 Límite Plástico 30,4 %
 Índice Plástico 8,5 %

Gravas 10,0%
 Arenas 36,8%
 Finos 53,2%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 3
 A.A.S.H.T.O. A - 4
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 906.482.987-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

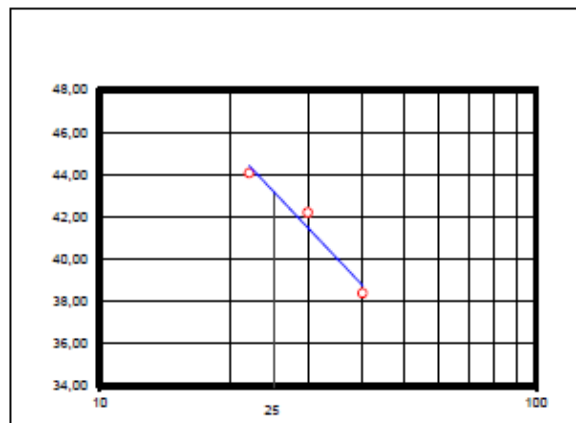
INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157378 E1044722	PROFUNDIDAD: 3 M	SONDEO: 16	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	22
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	29,3	29,64	28,94
P ₂	26,44	26,88	25,93
P ₃	18,99	20,34	19,1
P _w	2,86	2,76	3,01
P _s	7,45	6,54	6,83
W%	38,39	42,20	44,07

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	2
P ₁	22,55	24,96	208,02
P ₂	21,46	23,65	177,42
P ₃	18,10	19,70	53,64
P _w	1,09	1,31	30,60
P _s	3,36	3,95	123,78
W%	32,44	33,16	24,72

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% RetAcum	% Pasa
Peso Inicial:	123,78	gr		Peso final:	34,98 gr
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	1,1	0,9%	0,9%	99,1%
8	2,38				
10	2,00	2,8	2,1%	2,9%	97,1%
12	1,68	0,9	0,7%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	9,1	7,4%	11,0%	89,0%
50	0,30	4,3	3,4%		
80	0,18				
100	0,15	10,2			
200	0,07	6,9	5,6%	28,3%	71,7%
Pasa 200		88,8	71,7%	100,0%	0,0%
Total		123,8			

RESULTADOS

Límite Líquido	43,1	%
Límite Plástico	32,8	%
Índice Plástico	10,3	%
Gravas	0,9%	
Arenas	27,4%	
Finos	71,7%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	8
A.A.S.H.T.O.	A - 5
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 925.482.887-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

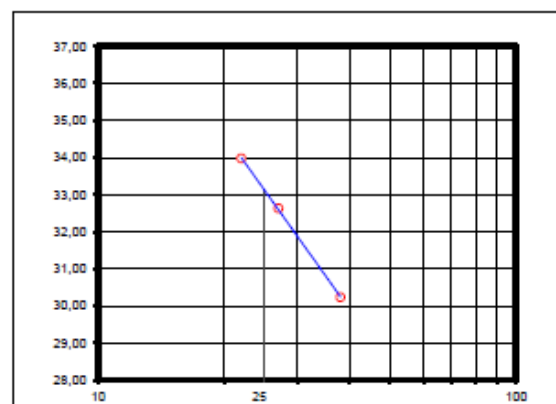
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157376 E1044722	PROFUNDIDAD: 5 M	SONDEO: 16	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	22
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	27,02	27,98	14,02
P ₂	25,2	25,8	11,9
P ₃	19,18	19,18	5,66
P _w	1,82	2,16	2,12
P _s	6,02	6,62	6,24
W%	30,23	32,63	33,97

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	3
P ₁	10,24	10,40	218,49
P ₂	9,28	9,42	204,06
P ₃	5,49	5,53	53,86
P _w	0,96	0,98	14,43
P _s	3,79	3,89	150,20
W%	25,33	25,19	9,61

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	150,20	gr	Peso final:	69,44	gr
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51	1,5	1,0%	1,0%	99,0%
4	4,76	7,6	5,1%	6,1%	93,9%
8	2,38				
10	2,00	8,7	5,8%	11,9%	88,1%
12	1,68	1,0	0,7%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	14,0	9,3%	21,9%	78,1%
50	0,30	9,4	6,2%		
80	0,18				
100	0,15	18,4			
200	0,07	8,8	5,8%	46,2%	53,8%
Pasa 200		80,8	53,8%	100,0%	0,0%
Total		150,2			

RESULTADOS

Límite Líquido 33,1 %
 Límite Plástico 25,3 %
 Índice Plástico 7,9 %

Gravas 6,1%
 Arenas 40,2%
 Finos 53,8%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 2
 A.A.S.H.T.O. A - 4
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 926.482.167-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

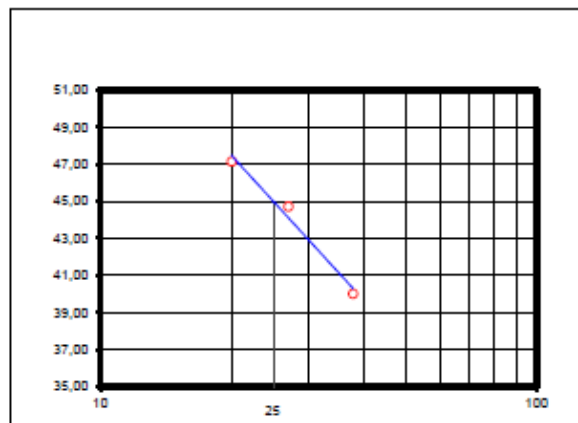
INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157204 E1044575	PROFUNDIDAD: 2 M	SONDEO: 17	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	16	17	18
P ₁	15,44	15,88	16,4
P ₂	12,66	12,71	13,01
P ₃	5,71	5,82	5,82
P _w	2,78	3,17	3,39
P _s	6,95	7,09	7,19
W%	40,00	44,71	47,15

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	20	4
P ₁	8,99	9,89	211,62
P ₂	8,09	8,72	166,14
P ₃	5,49	5,40	54,16
P _w	0,90	1,17	45,48
P _s	2,60	3,32	111,98
W%	34,62	35,24	40,61

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:	111,98	gr	Peso final: 38,35 gr		
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	9,8	8,8%		
3/8"	9,51	1,1	0,9%	9,7%	90,3%
4	4,76	2,2	2,0%	11,7%	88,3%
8	2,38				
10	2,00	5,3	4,7%	16,4%	83,6%
12	1,68	0,7	0,6%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	6,7	5,9%	22,9%	77,1%
50	0,30	3,4	3,1%		
80	0,18				
100	0,15	6,5			
200	0,07	2,7	2,4%	34,2%	65,8%
Pasa 200		73,6	65,8%	100,0%	0,0%
Total		112,0			

RESULTADOS

Límite Líquido	44,9	%
Límite Plástico	34,9	%
Índice Plástico	10,0	%
Gravas	11,7%	
Arenas	22,6%	
Finos	65,8%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 5
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 906.482.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISO

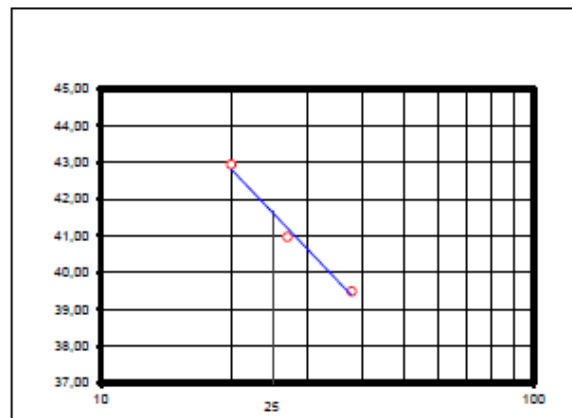
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157204 E1044575	PROFUNDIDAD: 4 M	SONDEO: 17	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 2	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	21	22	23
P ₁	14,97	15,14	15,2
P ₂	12,36	12,35	12,37
P ₃	5,75	5,54	5,78
P _w	2,61	2,79	2,83
P _s	6,61	6,81	6,59
W%	39,49	40,97	42,94

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	24	25	5
P ₁	13,80	10,13	226,08
P ₂	12,39	8,86	189,32
P ₃	7,21	4,12	53,50
P _w	1,41	1,27	36,76
P _s	5,18	4,74	135,82
W%	27,22	26,79	27,07

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	1,9	1,4%	1,4%	98,6%
8	2,38				
10	2,00	4,1	3,0%	4,4%	95,6%
12	1,68	0,5	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	5,3	3,9%	8,7%	91,3%
50	0,30	1,6	1,2%		
80	0,18				
100	0,15	3,7			
200	0,07	2,2	1,6%	14,2%	85,8%
Pasa 200		116,5	85,8%	100,0%	0,0%
Total		135,8			

RESULTADOS

Límite Líquido 41,7 %
 Límite Plástico 27,0 %
 Índice Plástico 14,6 %

Gravas 1,4%
 Arenas 12,8%
 Finos 85,8%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 14
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 906.482.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

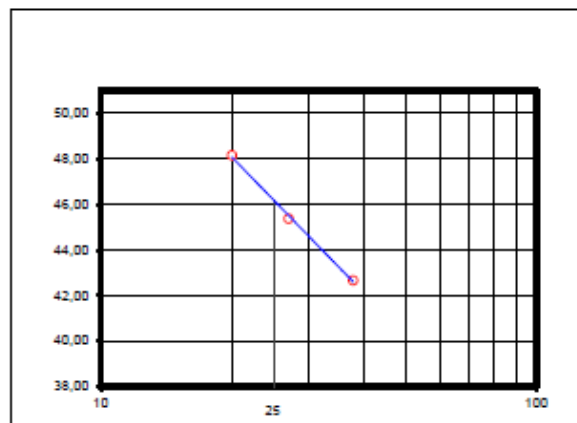
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	N1157186 E1044870	PROFUNDIDAD:	2 M
EMPRESA:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	13/10/2014
			SONDEO: 19
			MUESTRA: 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	1	2	3
P ₁	41,53	39,04	15,36
P ₂	38,8	36,35	11,7
P ₃	32,4	30,42	4,1
P _w	2,73	2,69	3,66
P _s	6,40	5,93	7,60
W%	42,66	45,36	48,16

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁	10,24	9,12	204,06
P ₂	8,85	7,96	169,35
P ₃	4,05	4,06	54,14
P _w	1,39	1,16	34,71
P _s	4,80	3,90	115,21
W%	28,96	29,74	30,13

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	4,2	3,7%	3,7%	96,3%
8	2,38				
10	2,00	6,5	5,6%	9,3%	90,7%
12	1,68	0,7	0,6%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	3,4	3,0%	12,8%	87,2%
50	0,30	0,6	0,6%		
80	0,18				
100	0,15	1,1			
200	0,07	1,3	1,1%	15,5%	84,5%
Pasa 200		97,4	84,5%	100,0%	0,0%
Total		115,2			

RESULTADOS

Límite Líquido 46,2 %
 Límite Plástico 29,4 %
 Índice Plástico 16,8 %

Gravas 3,7%
 Arenas 11,8%
 Finos 84,5%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 16
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 902.448.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	SECTOR: N1157168 E1044870	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 2	

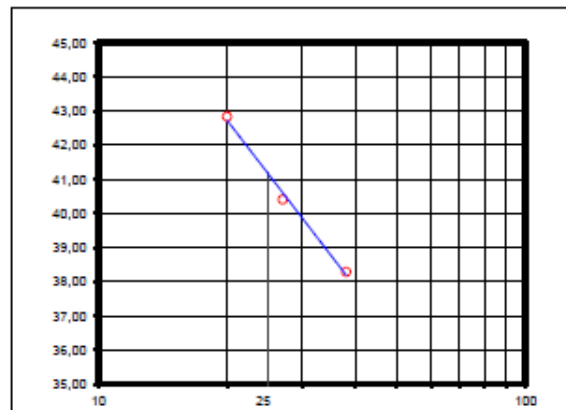
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	27	20
Recipiente No.	6	7	8
P ₁	27,65	28,13	29,38
P ₂	25,46	25,75	26,48
P ₃	19,74	19,86	19,71
P _w	2,19	2,38	2,90
P _s	5,72	5,89	6,77
W%	38,29	40,41	42,84

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	7
P ₁	24,85	23,94	216,33
P ₂	23,78	23,02	173,10
P ₃	19,85	19,79	54,16
P _w	1,07	0,92	43,23
P _s	3,93	3,23	118,94
W%	27,23	28,48	36,35

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70	3,0	2,5%		
3/8"	9,51	3,1	2,6%	5,2%	94,8%
4	4,76	3,4	2,9%	8,0%	92,0%
8	2,38				
10	2,00	2,7	2,3%	10,3%	89,7%
12	1,68	0,5	0,4%		
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	3,6	3,1%	13,8%	86,2%
50	0,30	1,4	1,2%		
80	0,18				
100	0,15	2,5			
200	0,07	2,5	2,1%	19,2%	80,8%
Pasa 200		96,2	80,8%	100,0%	0,0%
Total		118,9			

RESULTADOS

Límite Líquido 41,2 %
 Límite Plástico 27,9 %
 Índice Plástico 13,3 %

Gravas 8,0%
 Arenas 11,1%
 Finos 80,8%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 12
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 900.482.961-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

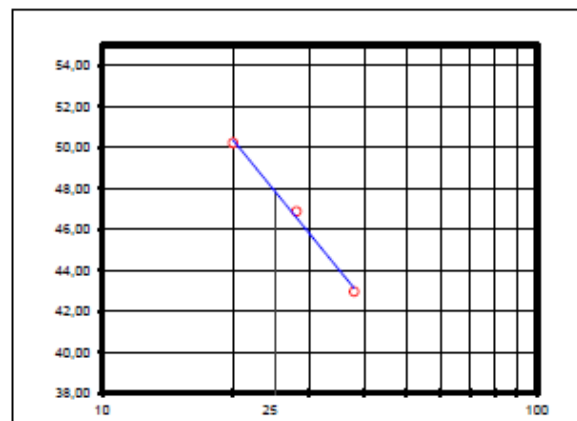
INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: N1157166 E1044870	PROFUNDIDAD: 5,5 M	SONDEO: 19	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 13/10/2014	MUESTRA: 3	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	28	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	27,6	28,79	29,18
P ₂	25,01	26,09	25,81
P ₃	18,98	20,33	19,1
P _w	2,59	2,70	3,37
P _s	6,03	5,76	6,71
W%	42,95	46,88	50,22

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	8
P ₁	23,24	24,96	208,92
P ₂	22,16	23,87	169,86
P ₃	18,11	19,72	49,35
P _w	1,08	1,09	39,06
P _s	4,05	4,15	120,51
W%	26,67	26,27	32,41

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		120,51 gr		Peso final:		34,70 gr	
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,10						
2 1/2"	64,00				100,0%		
2"	50,80				100,0%		
1 1/2"	38,10				100,0%		
1"	25,40				100,0%		
3/4"	19,00				100,0%		
1/2"	12,70	4,4	3,7%				
3/8"	9,51	1,7	1,4%	5,1%	94,9%		
4	4,76	5,3	4,4%	9,5%	90,5%		
8	2,38						
10	2,00	7,9	6,5%	16,0%	84,0%		
12	1,68	1,4	1,1%				
16	1,19						
30	0,59						
40	0,42	7,9	6,5%	23,6%	76,4%		
50	0,30	1,4	1,1%				
80	0,18						
100	0,15	2,5					
200	0,07	2,4	2,0%	28,8%	71,2%		
Pasa 200		85,8	71,2%	100,0%	0,0%		
Total		120,5					

RESULTADOS

Límite Líquido 47,8 %
 Límite Plástico 26,5 %
 Índice Plástico 21,3 %

Gravas 9,5%
 Arenas 19,3%
 Finos 71,2%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 15
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
 U.S.C CL

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 905.482.947-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

Sondeo	4	Muestra	6	Profundidad	8.5 m
---------------	---	----------------	---	--------------------	-------

Descripción de la muestra: Limolitas de la Formacion Paja

Dimensiones de la muestra					
Altura (h) :	9.00	cm	Diámetro:	4.5	cm
Velocidad :	1.00		h/d :	2.00	
Area	15.90	cm ²			
Volumen	143.14	cm ³			

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.0058	0.1473	15.0323	0.0926	0.9452
0.0143	0.3054	31.1583	0.1920	1.9591
0.0239	0.5291	53.9908	0.3327	3.3947
0.0318	0.7936	80.9756	0.4990	5.0914
0.0406	1.1056	112.8124	0.6951	7.0932
0.0488	1.4952	152.5696	0.9401	9.5930
0.0568	1.9051	194.4009	1.1979	12.2232
0.0674	2.3220	236.9394	1.4600	14.8978
0.0757	2.7339	278.9670	1.7190	17.5403
0.0842	3.1181	318.1745	1.9605	20.0056
0.0944	3.5498	362.2273	2.2320	22.7754
0.1025	4.0171	409.9122	2.5258	25.7737
0.1099	4.4511	454.1938	2.7987	28.5579
0.1183	4.8745	497.4014	3.0649	31.2746
0.1270	5.3651	547.4622	3.3734	34.4223
0.1343	5.8445	596.3752	3.6748	37.4977
0.1418	6.3831	651.3413	4.0135	40.9538
0.1507	6.9169	705.8101	4.3491	44.3785
0.1582	7.4386	759.0385	4.6771	47.7253
0.1660	7.9969	816.0052	5.0281	51.3072
0.1741	8.5843	875.9461	5.3974	55.0760
0.1837	9.1720	935.9210	5.7670	58.8470
0.1917	9.7890	998.8798	6.1549	62.8056
0.1986	10.4031	1061.5417	6.5411	66.7455
0.2069	10.9634	1118.7189	6.8934	70.3406
0.2150	11.6395	1187.7018	7.3184	74.6780
0.2227	12.2508	1250.0784	7.7028	78.6000
0.2302	12.9134	1317.6928	8.1194	82.8513
0.2393	13.6382	1391.6543	8.5752	87.5017
0.2485	14.4027	1469.6587	9.0558	92.4063
0.2561	15.0372	1534.4048	9.4548	96.4773
0.2648	15.8264	1614.9346	9.9510	101.5407



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

Sondeo	4	Muestra	6	Profundidad	8.5 m
---------------	---	----------------	---	--------------------	-------

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N	CARGA ULTIMA	CARGA ULTIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
mm	(KN)	(Kgf)	(MPa)	(kg/cm2)
0.2725	16.5524	1689.0224	10.4075	106.1990
0.2815	17.3776	1773.2198	10.9263	111.4930
0.2901	18.1733	1854.4164	11.4266	116.5983
0.2986	18.8932	1927.8812	11.8793	121.2175
0.3069	19.6568	2005.7935	12.3594	126.1163
0.3152	17.8403	1820.4341	11.2172	114.4617
0.3223	18.5982	1897.7794	11.6938	119.3248

Estado de la Muestra :
ALTERADA

qu: 12.3594 MPa
C: 6.1797 MPa



REALIZÓ

REVISÓ



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

Sondeo	16	Muestra	11	Profundidad	15 m
---------------	----	----------------	----	--------------------	------

Descripción de la muestra: Limolitas de la Formacion Paja

Dimensiones de la muestra					
Altura (h) :	9.00	cm	Diámetro:	4.5	cm
Velocidad :	1.00		h/d :	2.00	
Area	15.90	cm ²			
Volumen	143.14	cm ³			

DATOS DE CARGA				
DEFORMACIÓ N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
0.0091	0.0742	7.5732	0.0467	0.4762
0.0181	0.1365	13.9306	0.0858	0.8759
0.0263	0.2592	26.4507	0.1630	1.6631
0.0358	0.4084	41.6685	0.2568	2.6200
0.0439	0.5757	58.7479	0.3620	3.6938
0.0522	0.7552	77.0585	0.4748	4.8451
0.0598	0.9502	96.9610	0.5975	6.0965
0.0666	1.1047	112.7208	0.6946	7.0874
0.0761	1.2917	131.8071	0.8122	8.2875
0.0839	1.4022	143.0774	0.8816	8.9961
0.0930	1.6230	165.6091	1.0205	10.4128
0.1003	1.5861	161.8441	0.9973	10.1761
0.1085	1.7840	182.0433	1.1217	11.4462
0.1173	2.0041	204.4980	1.2601	12.8580
0.1263	2.2394	228.5140	1.4081	14.3681
0.1339	2.4495	249.9476	1.5401	15.7157
0.1426	2.6390	269.2860	1.6593	16.9316
0.1506	2.8382	289.6080	1.7845	18.2094
0.1596	3.0470	310.9196	1.9158	19.5494
0.1676	3.2692	333.5896	2.0555	20.9748
0.1753	3.4926	356.3925	2.1960	22.4085
0.1842	3.7266	380.2616	2.3431	23.9093
0.1919	3.9106	399.0386	2.4588	25.0900
0.2009	4.1069	419.0710	2.5823	26.3495
0.2084	4.2828	437.0251	2.6929	27.4784
0.2172	4.5216	461.3840	2.8430	29.0100
0.2257	4.7942	489.2030	3.0144	30.7591
0.2352	4.9017	500.1759	3.0820	31.4491
0.2430	5.1565	526.1708	3.2422	33.0835
0.2516	5.3795	548.9282	3.3824	34.5144
0.2595	5.6754	579.1232	3.5685	36.4130
0.2682	5.9892	611.1418	3.7658	38.4262



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.2762	6.3069	643.5656	3.9656	40.4648
0.2835	6.6167	675.1748	4.1603	42.4523
0.2925	6.8032	694.2090	4.2776	43.6491
0.3019	7.0862	723.0828	4.4555	45.4646
0.3103	7.4023	755.3403	4.6543	47.4928
0.3171	7.6870	784.3911	4.8333	49.3194
0.3268	7.8902	805.1235	4.9611	50.6230
0.3347	8.0932	825.8361	5.0887	51.9253
0.3425	8.1698	833.6513	5.1368	52.4167
0.3524	8.5225	869.6477	5.3586	54.6800
0.3598	8.8414	902.1849	5.5591	56.7258
0.3677	9.1854	937.2835	5.7754	58.9327
0.3761	9.5085	970.2514	5.9785	61.0056
0.3849	9.8503	1005.1328	6.1935	63.1988
0.3919	10.1664	1037.3895	6.3922	65.2269
0.4004	10.5845	1080.0531	6.6551	67.9094
0.4090	10.8430	1106.4271	6.8176	69.5677
0.4182	10.1875	1039.5384	6.4055	65.3620
0.4261	10.2764	1048.6073	6.4614	65.9323
0.4344	10.5811	1079.7012	6.6530	67.8873
0.4422	10.8891	1111.1294	6.8466	69.8634
0.4528	11.3260	1155.7137	7.1213	72.6667
0.4612	11.3125	1154.3316	7.1128	72.5798
0.4697	11.5511	1178.6812	7.2629	74.1108
0.4767	11.8080	1204.8945	7.4244	75.7590
0.4853	12.0494	1229.5305	7.5762	77.3080
0.4934	12.2174	1246.6698	7.6818	78.3856
0.5017	12.5457	1280.1688	7.8882	80.4919
0.5097	12.8830	1314.5927	8.1003	82.6564
0.5176	13.2507	1352.1145	8.3315	85.0156
0.5260	13.6438	1392.2251	8.5787	87.5376
0.5346	14.0145	1430.0541	8.8118	89.9161
0.5429	14.3717	1466.4977	9.0363	92.2075
0.5510	14.5985	1489.6389	9.1789	93.6626
0.5596	14.5499	1484.6827	9.1484	93.3509
0.5671	14.7812	1508.2812	9.2938	94.8347
0.5768	15.1472	1545.6356	9.5240	97.1834
0.5825	15.3943	1570.8494	9.6793	98.7688
0.5927	15.4289	1574.3737	9.7011	98.9904
0.6009	15.4507	1576.6027	9.7148	99.1305
0.6096	15.8664	1619.0229	9.9762	101.7977
0.6162	16.1826	1651.2879	10.1750	103.8264
0.6253	16.5733	1691.1549	10.4206	106.3331



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

Sondeo	16	Muestra	11	Profundidad	15 m
---------------	----	----------------	----	--------------------	------

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.6338	16.9610	1730.7166	10.6644	108.8206
0.6420	17.3345	1768.8294	10.8993	111.2170
0.6508	17.7931	1815.6237	11.1876	114.1592
0.6587	18.1795	1855.0470	11.4305	116.6380
0.6675	18.2711	1864.3972	11.4881	117.2259
0.6765	18.6990	1908.0600	11.7572	119.9712
0.6846	19.1084	1949.8317	12.0146	122.5977
0.6933	19.5011	1989.9062	12.2615	125.1174
0.7003	19.8776	2028.3311	12.4983	127.5334
0.7091	20.1861	2059.8034	12.6922	129.5123

Estado de la Muestra :
ALTERADA

qu: 12.692 MPa
C: 6.346 MPa



REALIZÓ

REVISÓ



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

Sondeo	17	Muestra	8	Profundidad	10 m
---------------	----	----------------	---	--------------------	------

Descripción de la muestra: Limolitas de la Formación Paja

Dimensiones de la muestra					
Altura (h) :	9.00	cm	Diámetro:	4.5	cm
Velocidad :	1.00		h/d :	2.00	
Area	15.90	cm ²			
Volumen	143.14	cm ³			

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.0078	0.0956	9.7587	0.0601	0.6136
0.0164	0.1666	17.0032	0.1048	1.0691
0.0239	0.2562	26.1466	0.1611	1.6440
0.0320	0.3500	35.7093	0.2200	2.2453
0.0396	0.4417	45.0677	0.2777	2.8337
0.0487	0.5459	55.7081	0.3433	3.5027
0.0576	0.6496	66.2884	0.4085	4.1680
0.0667	0.7588	77.4336	0.4771	4.8687
0.0765	0.8729	89.0672	0.5488	5.6002
0.0839	0.9714	99.1245	0.6108	6.2326
0.0932	1.0921	111.4416	0.6867	7.0070
0.1011	1.2035	122.8016	0.7567	7.7213
0.1092	1.3127	133.9507	0.8254	8.4223
0.1174	1.4172	144.6100	0.8911	9.0925
0.1255	1.5341	156.5414	0.9646	9.8427
0.1336	1.6573	169.1136	1.0421	10.6332
0.1407	1.7810	181.7351	1.1198	11.4268
0.1489	1.9119	195.0902	1.2021	12.2665
0.1576	2.0460	208.7750	1.2864	13.1269
0.1663	2.1901	223.4818	1.3771	14.0517
0.1749	2.3228	237.0232	1.4605	14.9031
0.1832	2.4542	250.4263	1.5431	15.7458
0.1913	2.5919	264.4772	1.6297	16.6293
0.1991	2.7286	278.4299	1.7156	17.5066
0.2070	2.8473	290.5408	1.7903	18.2681
0.2151	2.9781	303.8916	1.8725	19.1075
0.2225	3.1042	316.7554	1.9518	19.9163
0.2312	3.2326	329.8535	2.0325	20.7399
0.2399	3.3906	345.9765	2.1319	21.7536
0.2479	3.5129	358.4642	2.2088	22.5388
0.2566	3.6318	370.5888	2.2835	23.3012
0.2642	3.7853	386.2539	2.3800	24.2861



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

DATOS DE CARGA				
DEFORMACIÓ N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.2735	3.9156	399.5490	2.4620	25.1221
0.2830	4.0768	416.0004	2.5633	26.1565
0.2911	4.2034	428.9146	2.6429	26.9684
0.2997	4.3306	441.8971	2.7229	27.7847
0.3087	4.4732	456.4518	2.8126	28.6999
0.3168	4.6002	469.4083	2.8924	29.5145
0.3260	4.7549	485.1913	2.9897	30.5069
0.3341	4.8891	498.8922	3.0741	31.3684
0.3417	4.9976	509.9587	3.1423	32.0642
0.3499	5.1267	523.1286	3.2234	32.8922
0.3588	5.2737	538.1364	3.3159	33.8359
0.3658	5.4006	551.0803	3.3957	34.6497
0.3744	5.5480	566.1190	3.4883	35.5953
0.3827	5.7021	581.8512	3.5853	36.5845
0.3920	5.8507	597.0140	3.6787	37.5379
0.4005	5.9715	609.3384	3.7547	38.3128
0.4084	6.1014	622.5921	3.8363	39.1461
0.4171	6.2298	635.6909	3.9170	39.9697
0.4241	6.3622	649.2053	4.0003	40.8194
0.4328	6.5231	665.6183	4.1014	41.8514
0.4413	6.6650	680.1025	4.1907	42.7621
0.4500	6.8165	695.5651	4.2860	43.7344
0.4573	6.9416	708.3235	4.3646	44.5366
0.4652	7.0673	721.1517	4.4436	45.3432
0.4751	7.2388	738.6558	4.5515	46.4437
0.4817	7.3686	751.9024	4.6331	47.2766
0.4910	7.5213	767.4840	4.7291	48.2563
0.5000	7.6686	782.5062	4.8217	49.2009
0.5087	7.8010	796.0176	4.9049	50.0504
0.5167	7.9165	807.8018	4.9776	50.7914
0.5259	8.0795	824.4365	5.0801	51.8373
0.5327	8.2001	836.7473	5.1559	52.6113
0.5417	8.3590	852.9597	5.2558	53.6307
0.5498	8.4844	865.7501	5.3346	54.4349
0.5581	8.6245	880.0531	5.4228	55.3342
0.5663	8.7621	894.0884	5.5092	56.2167
0.5742	8.9204	910.2463	5.6088	57.2327
0.5844	9.0543	923.9098	5.6930	58.0918
0.5916	9.1926	938.0227	5.7800	58.9791
0.5998	9.3389	952.9476	5.8719	59.9176
0.6100	9.5138	970.8000	5.9819	61.0400
0.6167	9.6454	984.2295	6.0647	61.8844
0.6264	9.7993	999.9264	6.1614	62.8714



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.6341	9.9108	1011.3106	6.2315	63.5872
0.6422	10.0264	1023.0979	6.3042	64.3283
0.6500	10.1970	1040.5139	6.4115	65.4234
0.6597	10.3655	1057.7079	6.5174	66.5045
0.6671	10.4937	1070.7832	6.5980	67.3266
0.6744	10.6103	1082.6834	6.6713	68.0748
0.6822	10.7572	1097.6720	6.7637	69.0173
0.6931	10.9370	1116.0238	6.8768	70.1711
0.7000	11.0700	1129.5962	6.9604	71.0245
0.7118	10.7897	1100.9852	6.7841	69.2256
0.7213	10.9409	1116.4199	6.8792	70.1960
0.7268	11.0610	1128.6769	6.9547	70.9667
0.7321	11.1966	1142.5054	7.0399	71.8362
0.7390	11.3764	1160.8603	7.1530	72.9903
0.7505	11.6403	1187.7846	7.3190	74.6832
0.7610	11.8480	1208.9800	7.4496	76.0159
0.7683	11.9495	1219.3360	7.5134	76.6670
0.7738	12.0641	1231.0259	7.5854	77.4020
0.7808	12.2140	1246.3232	7.6797	78.3638
0.7900	12.3813	1263.3957	7.7849	79.4373
0.7995	12.5737	1283.0295	7.9058	80.6718
0.8076	12.7220	1298.1678	7.9991	81.6236
0.8168	12.8423	1310.4411	8.0747	82.3953
0.8249	12.9876	1325.2663	8.1661	83.3275
0.8334	13.1833	1345.2388	8.2892	84.5833
0.8432	13.3477	1362.0071	8.3925	85.6376
0.8497	13.4740	1374.9009	8.4719	86.4483
0.8576	13.6037	1388.1346	8.5535	87.2804
0.8652	13.7569	1403.7656	8.6498	88.2632
0.8731	13.8879	1417.1278	8.7321	89.1034
0.8811	14.0511	1433.7841	8.8348	90.1506
0.8900	14.2053	1449.5248	8.9318	91.1404
0.8986	14.3802	1467.3664	9.0417	92.2622
0.9075	14.5561	1485.3126	9.1523	93.3906
0.9150	14.6975	1499.7494	9.2412	94.2983
0.9243	14.8675	1517.0891	9.3481	95.3885
0.9330	15.0299	1533.6590	9.4502	96.4304
0.9405	15.1778	1548.7601	9.5432	97.3799
0.9488	15.3483	1566.1549	9.6504	98.4736
0.9578	15.4806	1579.6502	9.7336	99.3221
0.9655	15.6362	1595.5299	9.8314	100.3206
0.9741	15.8169	1613.9703	9.9450	101.4800
0.9838	16.0193	1634.6209	10.0723	102.7785



**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

DATOS DE CARGA				
DEFORMACION N mm	CARGA ULTIMA (KN)	CARGA ULTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm2)
0.9934	16.1934	1652.3827	10.1817	103.8953
1.0004	16.2895	1662.1931	10.2422	104.5121
1.0073	16.3972	1673.1873	10.3099	105.2034
1.0158	16.5940	1693.2618	10.4336	106.4656
1.0247	16.8010	1714.3847	10.5638	107.7937
1.0334	16.9404	1728.6110	10.6514	108.6882
1.0414	17.1068	1745.5901	10.7561	109.7558
1.0511	17.2756	1762.8178	10.8622	110.8390
1.0573	17.4018	1775.6915	10.9415	111.6484
1.0661	17.5646	1792.3055	11.0439	112.6930
1.0750	17.8046	1816.7945	11.1948	114.2328
1.0868	18.0574	1842.5901	11.3538	115.8547
1.0949	18.1518	1852.2270	11.4131	116.4607
1.1008	18.2235	1859.5394	11.4582	116.9204
1.1074	18.3225	1869.6424	11.5205	117.5557
1.1135	18.4679	1884.4788	11.6119	118.4885
1.1215	18.6643	1904.5158	11.7353	119.7484
1.1327	18.9228	1930.8933	11.8979	121.4069
1.1406	19.0591	1944.8051	11.9836	122.2816
1.1494	19.1735	1956.4765	12.0555	123.0155
1.1564	19.2845	1967.8052	12.1253	123.7278
1.1674	19.5269	1992.5405	12.2777	125.2830
1.1757	19.6525	2005.3597	12.3567	126.0891
1.1842	19.7143	2011.6607	12.3956	126.4852
1.1921	19.7516	2015.4715	12.4190	126.7248
1.2020	19.8435	2024.8433	12.4768	127.3141
1.2098	19.9160	2032.2410	12.5224	127.7792
1.2150	19.9953	2040.3333	12.5722	128.2880
1.2239	20.2227	2063.5410	12.7152	129.7473
1.2323	20.4276	2084.4526	12.8441	131.0621
1.2407	20.5897	2100.9893	12.9460	132.1019
1.2845	14.8594	1516.2627	9.3430	95.3366
1.2698	13.8841	1416.7430	8.7298	89.0792
1.2752	13.9424	1422.6892	8.7664	89.4530
1.2798	13.9128	1419.6760	8.7478	89.2636



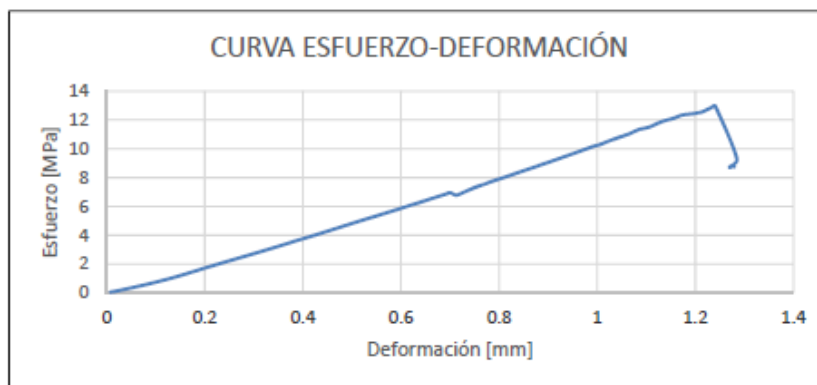
**ENSAYO DE COMPRESION
A LA RUPTURA DE MUESTRAS DE ROCA
ICONTEC 673**

EMPRESA	ALCALDÍA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO SANTANDER
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
ENSAYADO POR	ALVARO NOVOA
FECHA DE ENSAYO	05/05/2015

Sondeo	17	Muestra	8	Profundidad	10 m
---------------	----	----------------	---	--------------------	------

Estado de la Muestra :
ALTERADA


qu: 12.946 MPa
C: 6.473 MPa



REALIZÓ

REVISÓ

ANEXO C. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LOS APIQUES

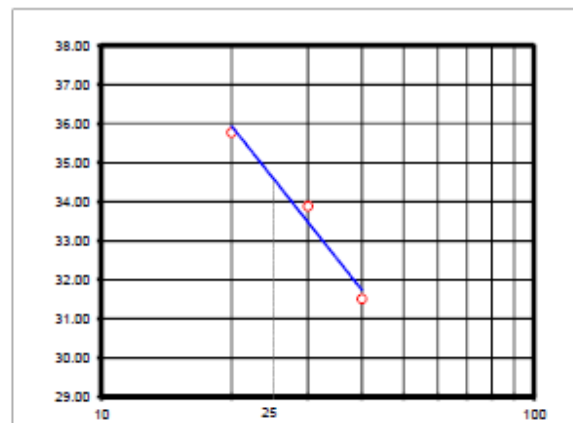
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126			
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.			
SECTOR: APIQUE 24	PROFUNDIDAD: 1 M	APIQUE: 3		
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 29/12/2014	MUESTRA: 1		

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	20
Recipiente No.	11	12	13
P ₁	31.02	30.62	19.47
P ₂	28.2	27.74	15.86
P ₃	19.25	19.24	5.77
P _w	2.82	2.88	3.61
P _s	8.95	8.50	10.09
W%	31.51	33.88	35.78

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	14	15	3
P ₁	11.34	11.26	214.72
P ₂	10.03	10.00	196.70
P ₃	5.50	5.53	53.70
P _w	1.31	1.26	18.02
P _s	4.53	4.47	143.00
W%	28.92	28.19	12.60

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		143.00 gr		Peso final:		91.83 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76.10						
2 1/2"	64.00				100.0%		
2"	50.80				100.0%		
1 1/2"	38.10				100.0%		
1"	25.40				100.0%		
3/4"	19.00				100.0%		
1/2"	12.70	10.5	7.3%				
3/8"	9.51	12.5	8.7%	16.0%	84.0%		
4	4.76	25.6	17.9%	33.9%	66.1%		
8	2.38						
10	2.00	19.8	13.8%	47.8%	52.2%		
12	1.68	2.5	1.7%				
16	1.19						
30	0.59						
40	0.42	13.0	9.1%	56.9%	43.1%		
50	0.30	2.1	1.5%				
80	0.18						
100	0.15	3.3					
200	0.07	2.6	1.8%	64.2%	35.8%		
Pasa 200		51.2	35.8%	100.0%	0.0%		
Total		143.0					

RESULTADOS

Límite Líquido 34.5 %
 Límite Plástico 28.6 %
 Índice Plástico 6.0 %

Gravas 33.9%
 Arenas 30.3%
 Finos 35.8%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 0
 A.A.S.H.T.O. A - 4
 U.S.C GM

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 901.492.987-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

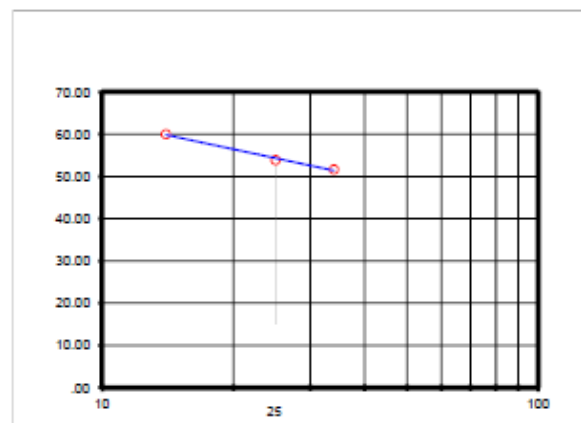
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: 0	PROFUNDIDAD: 1 M	APIQUE: 4	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	34	25	14
Recipiente No.	2	8	16
P ₁	33.9	35.6	35.2
P ₂	27.7	28.7	28
P ₃	15.7	15.9	16
P _W	6.20	6.90	7.20
P _S	12.00	12.80	12.00
W%	51.67	53.91	60.00

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	19	39	1
P ₁	26.60	26.50	801.40
P ₂	24.20	24.10	596.30
P ₃	15.40	15.80	9.60
P _W	2.40	2.40	205.10
P _S	8.80	8.30	586.70
W%	27.27	28.92	34.96

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 1/2"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 1/2"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	1.7	0.3%	0.3%	99.7%
8	2.38				
10	2.00	1.6	0.3%	0.6%	99.4%
12	1.68	1.4	0.2%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	1.4	0.2%	1.0%	99.0%
50	0.30	1.6	0.3%		
80	0.18				
100	0.15	2.2			
200	0.07	27.3	4.7%	6.3%	93.7%
Pasa 200		549.5	93.7%	100.0%	0.0%
Total		586.7			

RESULTADOS

Límite Líquido	54.3	%
Límite Plástico	28.1	%
Índice Plástico	26.2	%
Gravas	0.3%	
Arenas	6.1%	
Finos	93.7%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	29
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	CH

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 800.482.047-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

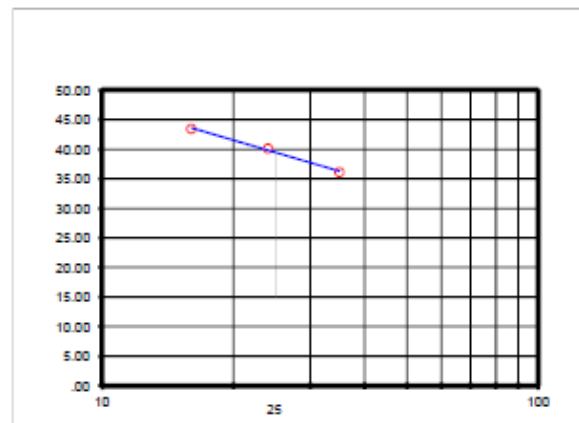
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	PROFUNDIDAD: 1 M	APIQUE: A7	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	24	16
Recipiente No.	23	10	50
P ₁	38.4	41.6	42.2
P ₂	32.4	34.1	34.2
P ₃	15.8	15.4	15.8
P _w	6.00	7.50	8.00
P _s	16.60	18.70	18.40
W%	36.14	40.11	43.48

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	33	41	8
P ₁	26.10	26.00	800.20
P ₂	23.70	23.60	664.20
P ₃	15.80	15.70	9.60
P _w	2.40	2.40	136.00
P _s	7.90	7.90	654.60
W%	30.38	30.38	20.78

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
Peso Inicial:	654.60	gr		Peso final:	389.20 gr
3"	76.10				
2 1/2"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 1/2"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	18.7	2.9%	2.9%	97.1%
4	4.76	100.1	15.3%	18.1%	81.9%
8	2.38				
10	2.00	70.3	10.7%	28.9%	71.1%
12	1.68	49.6	7.6%		
16	1.19				
30	0.60				
40	0.42	47.2	7.2%	43.7%	56.3%
50	0.30	35.1	5.4%		
80	0.18				
100	0.15	38.9			
200	0.07	29.3	4.5%	59.5%	40.5%
Pasa 200		265.4	40.5%	100.0%	0.0%
Total		654.6			

RESULTADOS

Límite Líquido	39.4	%
Límite Plástico	30.4	%
Índice Plástico	9.0	%
Gravas	18.1%	
Arenas	41.3%	
Finos	40.5%	

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	SM

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 800.492.987-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

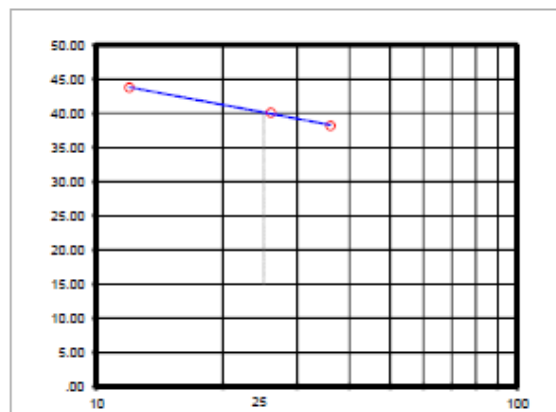
INGENIERÍA & SUELOS <small>LABORATORIO</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR: _____	PROFUNDIDAD <u>1 M</u>		
EMPRESA: <u>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</u>	FECHA: <u>20/12/2014</u>	MUESTRA <u>1</u>	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	36	26	12
Recipiente No.	22	15	29
P ₁	37.7	40.8	40
P ₂	31.7	33.5	32.6
P ₃	16	15.3	15.7
P _w	6.00	7.30	7.40
P _s	15.70	18.20	16.90
W%	38.22	40.11	43.79

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	12	48	4
P ₁	29.20	29.40	800.60
P ₂	26.20	26.30	621.30
P ₃	16.00	15.70	9.60
P _w	3.00	3.10	179.30
P _s	10.20	10.60	611.70
W%	29.41	29.25	29.31

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 1/2"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 1/2"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70	14.6	2.4%		
3/8"	9.51	3.9	0.6%	3.0%	97.0%
4	4.76	11.3	1.8%	4.9%	95.1%
8	2.38				
10	2.00	10.8	1.8%	6.6%	93.4%
12	1.68	6.8	1.1%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	6.2	1.0%	8.6%	91.2%
50	0.30	5.6	0.9%		
80	0.18				
100	0.15	6.4			
200	0.07	9.6	1.6%	12.3%	87.7%
Pasa 200		536.5	87.7%	100.0%	0.0%
Total		611.7			

RESULTADOS

Límite Líquido 40.1 %
 Límite Plástico 29.3 %
 Índice Plástico 10.8 %

Gravas 4.9%
 Arenas 7.4%
 Finos 87.7%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 11
 A.A.S.H.T.O. A - 6
 U.S.C ML


OBSERVACIONES:

La muestra no presenta límites

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NIT. 900.482.967-1

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZO

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

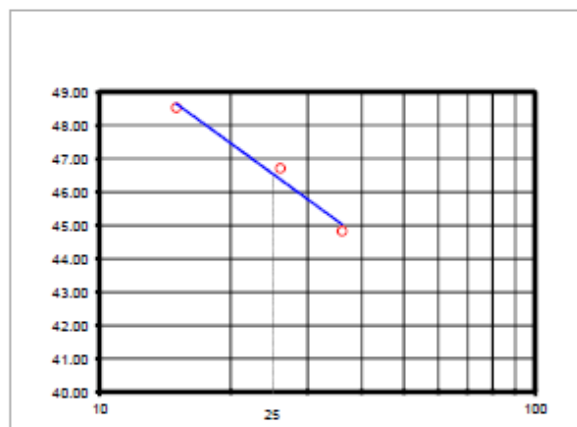
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	PROFUNDIDAD <u>1 M</u>		
EMPRESA: <u>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</u>	FECHA: <u>20/12/2014</u>	MUESTRA <u>1</u>	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	36	26	15
Recipiente No.	2	38	19
P ₁	36.7	38	35.6
P ₂	30.2	30.9	29
P ₃	15.7	15.7	15.4
P _w	6.50	7.10	6.60
P _s	14.50	15.20	13.60
W%	44.83	46.71	48.53

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	1	3	10
P ₁	28.40	28.50	800.20
P ₂	25.50	25.20	623.00
P ₃	15.60	14.60	9.60
P _w	2.90	3.30	177.20
P _s	9.90	10.60	613.40
W%	29.29	31.13	28.89

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 1/2"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 1/2"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70	5.5	0.9%		
3/8"	9.51	3.1	0.5%	1.4%	98.6%
4	4.76	8.3	1.4%	2.8%	97.2%
8	2.38				
10	2.00	12.6	2.1%	4.8%	95.2%
12	1.68	9.3	1.5%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	6.9	1.1%	7.5%	92.5%
50	0.30	5.3	0.9%		
80	0.18				
100	0.15	6.9			
200	0.07	13.9	2.3%	11.7%	88.3%
Pasa 200		541.6	88.3%	100.0%	0.0%
Total		613.4			

RESULTADOS

Límite Líquido 46.5 %
 Límite Plástico 30.2 %
 Índice Plástico 16.3 %

Gravas 2.8%
 Arenas 9.0%
 Finos 88.3%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 17
 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
 U.S.C ML

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 900494307-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS <small>S.A.S.</small>	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	PROFUNDIDAD: 1 M	APIQUE: 11	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA: 1	

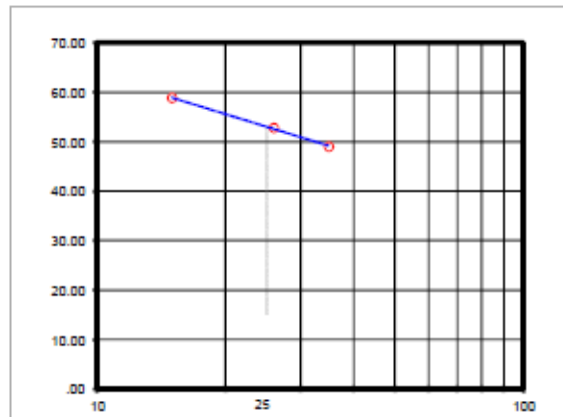
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	28	15
Recipiente No.	7	9	4
P ₁	38.5	37.6	37.4
P ₂	31	30.1	29.4
P ₃	15.7	15.9	15.8
P _w	7.50	7.50	8.00
P _s	15.30	14.20	13.60
W%	49.02	52.82	58.82

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	3	38	2
P ₁	26.20	26.20	800.00
P ₂	23.50	23.60	582.30
P ₃	14.60	15.70	9.60
P _w	2.70	2.60	217.70
P _s	8.90	7.90	572.70
W%	30.34	32.91	38.01

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g
 P_s = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 1/2"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 1/2"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00	9.1	1.6%	1.6%	98.4%
1/2"	12.70	11.0	1.9%		
3/8"	9.51	8.6	1.5%	5.0%	95.0%
4	4.76	10.1	1.8%	6.8%	93.2%
8	2.38				
10	2.00	7.2	1.3%	8.0%	92.0%
12	1.68	3.6	0.6%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	4.3	0.8%	9.4%	90.6%
50	0.30	4.3	0.8%		
80	0.18				
100	0.15	7.9			
200	0.07	34.3	6.0%	17.5%	82.5%
Pasa 200		472.3	82.5%	100.0%	0.0%
Total		572.7			

RESULTADOS

Límite Líquido: 53.0 %
 Límite Plástico: 31.6 %
 Índice Plástico: 21.4 %

Gravas: 6.8%
 Arenas: 10.8%
 Finos: 82.5%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo: 20
 A.A.S.H.T.O.: A-7-5
 U.S.C.: MH

OBSERVACIONES:
 La muestra no presenta límites

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
NT. 966.482.987-1

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

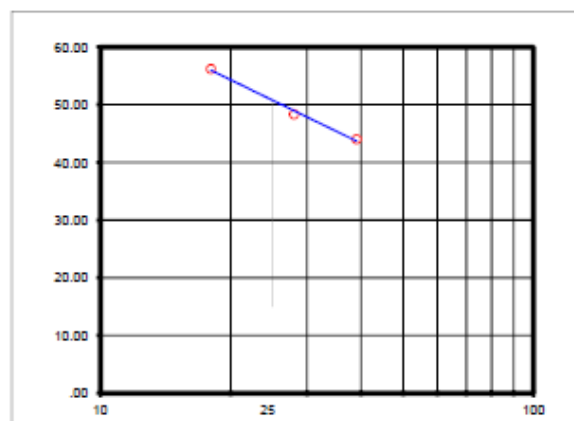
INGENIERIA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	PROFUNDIDAD: 1 M	APIQUE: 14	
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA: 20/12/2014	MUESTRA: 1	

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	35	24	12
Número de Golpes	39	28	18
Recipiente No.	34.5	38.2	40.2
P ₁	42.9	43.1	44.2
P ₂	35.6	35.7	35.2
P ₃	19.02	20.4	19.19
P _W	7.30	7.40	9.00
P _S	16.58	15.30	16.01
W%	44.03	48.37	56.21

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	5	42	3
P ₁	23.33	25.49	800.60
P ₂	21.81	23.82	647.40
P ₃	18.11	19.71	53.89
P _W	1.52	1.67	153.20
P _S	3.70	4.11	593.71
W%	41.08	40.63	25.80

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g P_W = P₁ - P₂
 P_S = Peso Suelo Seco, en g P_S = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_W / P_S) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso Inicial:		593.71 gr	Peso final:			114.70 gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	
3"	76.10					
2 1/2"	64.00				100.0%	
2"	50.80				100.0%	
1 1/2"	38.10				100.0%	
1"	25.40				100.0%	
3/4"	19.00				100.0%	
1/2"	12.70	5.1	0.9%			
3/8"	9.51	5.9	1.0%	1.9%	98.1%	
4	4.76	19.8	3.3%	5.2%	94.8%	
8	2.38					
10	2.00	8.8	1.5%	6.7%	93.3%	
12	1.68	11.5	1.9%			
16	1.19					
30	0.59					
40	0.42	10.7	1.8%	10.4%	89.6%	
50	0.30	10.8	1.8%			
80	0.18					
100	0.15	19.7				
200	0.07	22.6	3.8%	19.3%	80.7%	
Pasa 200		479.0	80.7%	100.0%	0.0%	
Total		593.7				

RESULTADOS

Límite Líquido 50.8 %
 Límite Plástico 40.9 %
 Índice Plástico 10.0 %

Gravas 5.2%
 Arenas 14.1%
 Finos 80.7%

CLASIFICACIÓN


Índice de Grupo 12
 A.A.S.H.T.O. A - 5
 U.S.C MH

OBSERVACIONES:

 _____ **INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.** _____
 _____ NIT. 900.482.987-1 _____

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
 REVISÓ

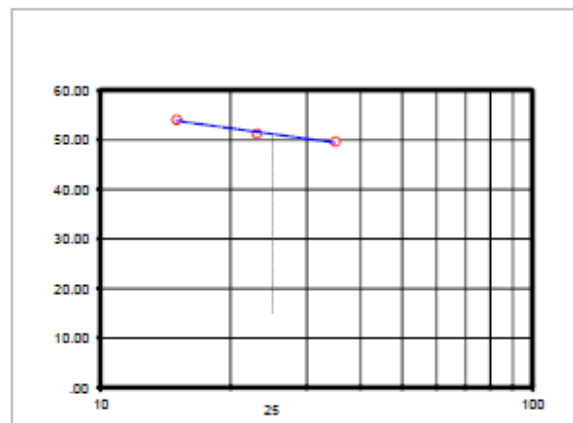
INGENIERÍA & SUELOS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		
	OBRA: ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.		
SECTOR:	PROFUNDIDAD:	1 M	APIQUE: 16
EMPRESA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	FECHA:	20/12/2014	MUESTRA: 1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	23	15
Recipiente No.	17	24	37
P ₁	35.1	35.7	36.7
P ₂	28.7	29	29.3
P ₃	15.8	15.9	15.8
P _w	6.40	6.70	7.40
P _s	12.90	13.10	13.70
W%	49.61	51.15	54.01

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	6	7	4
P ₁	25.70	25.80	800.00
P ₂	23.50	23.50	632.10
P ₃	16.00	15.70	9.70
P _w	2.20	2.30	167.90
P _s	7.50	7.80	622.40
W%	29.33	29.49	26.98

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g
 P_w = Peso del Agua, en g P_w = P₁ - P₂
 P_s = Peso Suelo Seco, en g P_s = P₂ - P₃
 W = Contenido de agua, en % w = (P_w / P_s) x 100



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 1/2"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 1/2"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	0.6	0.1%	0.1%	99.9%
4	4.76	7.1	1.1%	1.2%	98.8%
8	2.38				
10	2.00	7.1	1.1%	2.4%	97.6%
12	1.68	3.4	0.5%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	3.9	0.6%	3.6%	96.4%
50	0.30	4.2	0.7%		
80	0.18				
100	0.15	6.1			
200	0.07	13.0	2.1%	7.3%	92.7%
Pasa 200		577.0	92.7%	100.0%	0.0%
Total		622.4			

RESULTADOS

Límite Líquido: 51.2 %
 Límite Plástico: 29.4 %
 Índice Plástico: 21.8 %

Gravas: 1.2%
 Arenas: 6.1%
 Finos: 92.7%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo: 24
 A.A.S.H.T.O.: A - 7 - 6
 U.S.C.: MH

OBSERVACIONES:

INGENIERÍA Y SUELOS S.A.S.
 NIT. 905.482.967-4

JOSE DAVID ESTEBAN
 REALIZO

JAVIER CABALLERO
 REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157089-E1044893	MUESTRA	APIQUE 4
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 8 **E. NORMAL EN Kg/m2** 2842

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02068
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0601
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0475

W ANILLO EN Kg	0.10820
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2289
PESO MUESTRA Kg	0.1207
VOLUMEN EN m ³	0.0001

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2075.47
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1488.48
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0126
W SECO Kg	0.0318
HUMEDAD %	39.62

CARGA Kg 16

E. NORMAL EN Kg/m2 5684.06

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02019
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0158
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0603
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0475

W ANILLO EN Kg	0.10980
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.21910
W MUESTRA Kg	0.10930
VOLUMEN EN m ³	0.00006

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1923.19
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1370.00
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0128
W SECO Kg	0.0317
HUMEDAD %	40.38

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
LOCALIZACION	N1157089-E1044893	MUESTRA	1
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m²	11368
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.1084
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2277
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1193
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.0001
AREA EN m ²	0.002815	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2065.39
ALTURA MEDIA EN m	0.02052	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1453.25
HUMEDAD EN %			
W DE LA TARA Kg	0.0160	W AGUA Kg	0.0131
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0602	W SECO Kg	0.0311
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0471	HUMEDAD %	42.12

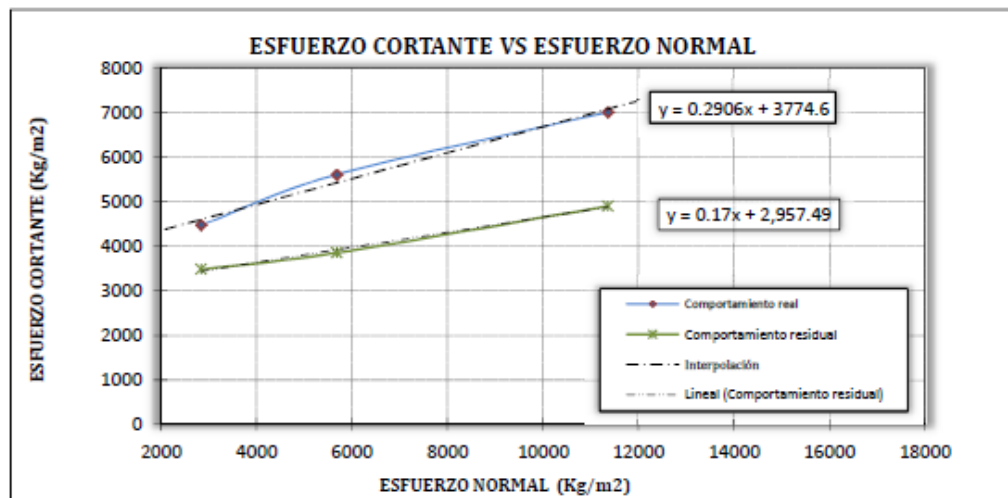
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157069-E1044893	MUESTRA	1
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m ²	ESFUERZO NORMAL Kg/m ²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m ²	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	4476.20	3481.49
16	0.0028	5684.06	5613.01	3854.51
32	0.0028	11368.13	7016.27	4902.50



HUMEDAD	40.7	%
DENSIDAD HUMEDA	2021.3	Kg/m ³
DENSIDAD SECA	1436.6	Kg/m ³
ANG. FRICCIÓN	16.2	grados
COHESIÓN	3774.6	Kg/m ²

ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	9.6	grados
COHESIÓN	2957.5	Kg/m ²

 JOSE D. ESTEBAN
 ELABORO

 JAVIER CABALLERO
 REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157108-E1045043	MUESTRA	APIQUE 5
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	8	E. NORMAL EN Kg/m²	2842
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.11380
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2341
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1203
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.0001
AREA EN m ²	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2068.59
ALTURA MEDIA EN m	0.02066	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1528.15
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0116
W DE LA TARA Kg	0.0157	W SECO Kg	0.0328
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0601	HUMEDAD %	35.37
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0485		

CARGA Kg	16	E. NORMAL EN Kg/m²	5684.06
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.11550
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.23940
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	W MUESTRA Kg	0.12390
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.00008
AREA EN m ²	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2180.09
ALTURA MEDIA EN m	0.02019	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1635.07
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0111
W DE LA TARA Kg	0.0158	W SECO Kg	0.0333
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0602	HUMEDAD %	33.33
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0491		

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
LOCALIZACION	N1157108-E1045043	MUESTRA	APIQUE 5
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m2	11368
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.1103
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2305
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1202
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m3	0.0001
AREA EN m ²	0.002815	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2080.97
ALTURA MEDIA EN m	0.02052	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1547.98
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0115
W DE LA TARA Kg	0.0153	W SECO Kg	0.0334
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0602	HUMEDAD %	34.43
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0487		

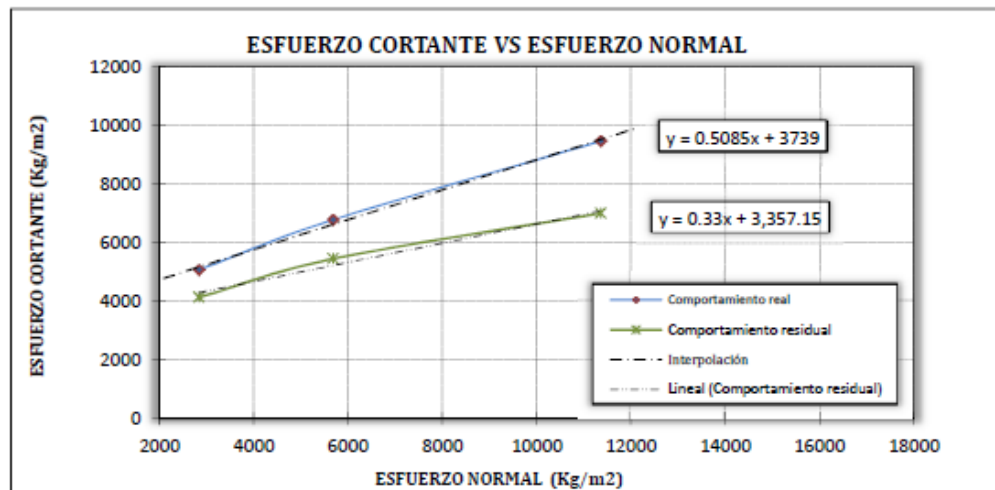
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157108-E1045043	MUESTRA	APIQUE 5
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	5080.13	4138.71
16	0.0028	5684.06	6785.35	5453.15
32	0.0028	11368.13	9467.52	7016.27



HUMEDAD	34.4	%		
DENSIDAD HUMEDA	2109.9	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1570.4	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	27.0	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	18.3
COHESIÓN	3739.0	Kg/m ²	COHESIÓN	3357.2
				grados
				Kg/m ²

 JOSE D. ESTEBAN
 ELABORO

 JAVIER CABALLERO
 REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157259-E1045101	MUESTRA	APIQUE 7
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 8 **E. NORMAL EN Kg/m²** 2842

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.10820
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2373
PESO MUESTRA Kg	0.1291
VOLUMEN EN m ³	0.0001

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2219.91
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02066
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1695.83
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0158
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0607
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0501

W AGUA Kg	0.0106
W SECO Kg	0.0343
HUMEDAD %	30.90

CARGA Kg 16 **E. NORMAL EN Kg/m²** 5684.06

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.10980
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.22540
W MUESTRA Kg	0.11580
VOLUMEN EN m ³	0.00006

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2034.04
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02019
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1557.32
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0154
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0602
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0497

W AGUA Kg	0.0105
W SECO Kg	0.0343
HUMEDAD %	30.61

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
LOCALIZACION	N1157259-E1045101	MUESTRA	APIQUE 7
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 32
E. NORMAL EN Kg/m2 11368

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.1084
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2285
PESO MUESTRA Kg	0.1201
VOLUMEN EN m3	0.0001

AREA EN m ²	0.002815
------------------------	----------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2079.24
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02052
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1824.99
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0601
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0504

W AGUA Kg	0.0097
W SECO Kg	0.0347
HUMEDAD %	27.95

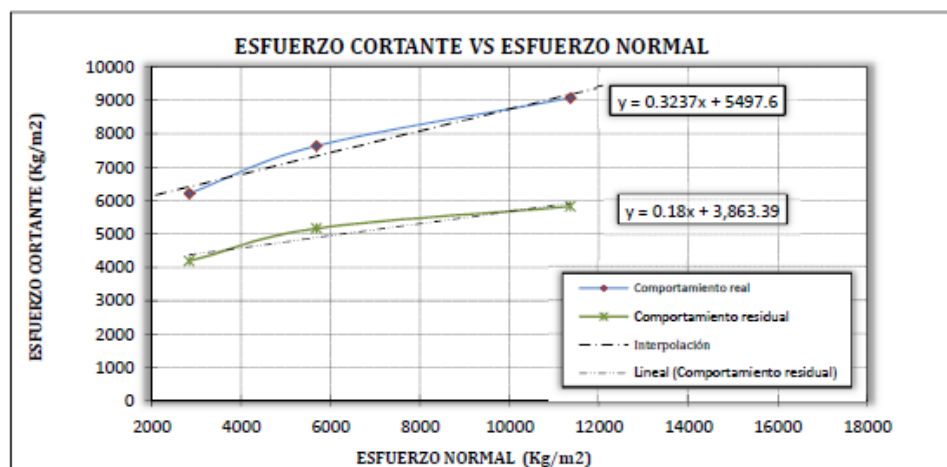
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
	LOCALIZACION	N1157259-E1045101	MUESTRA
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	6216.94	4192.00
16	0.0028	5684.06	7637.98	5168.95
32	0.0028	11368.13	9076.74	5826.17



HUMEDAD	29.8	%		
DENSIDAD HUMEDA	2111.1	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1626.0	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	17.9	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	10.2 grados
COHESIÓN	5497.6	Kg/m ²	COHESIÓN	3863.4 Kg/m ²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
LOCALIZACION	N1157411-E1044998	MUESTRA	APIQUE 8
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m2	11368
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.1147
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2333
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1186
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m3	0.0001
AREA EN m ²	0.002815	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2053.27
ALTURA MEDIA EN m	0.02052	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1504.51
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0120
W DE LA TARA Kg	0.0156	W SECO Kg	0.0329
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0605	HUMEDAD %	36.47
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0485		

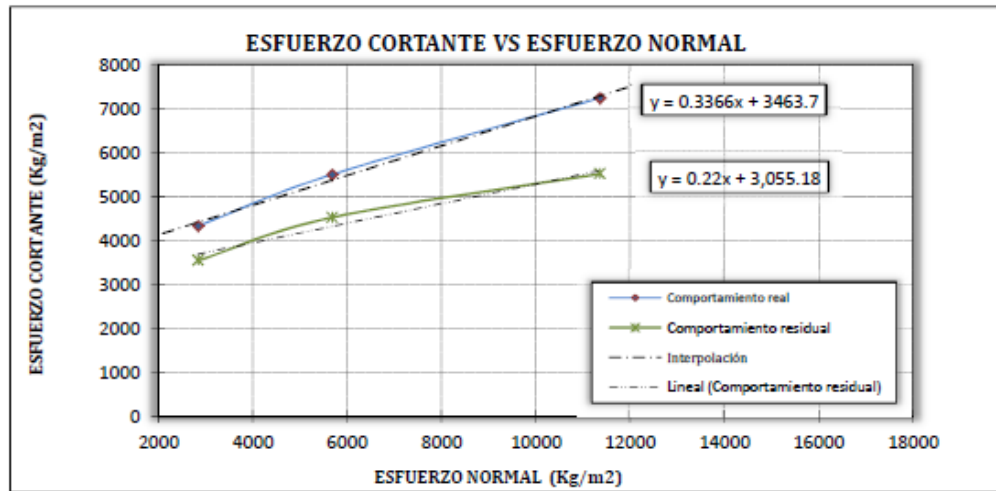
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
		MUESTRA	APIQUE 8
LOCALIZACION	N1157411-E1044996	PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	4334.10	3552.54
16	0.0028	5684.06	5506.44	4529.49
32	0.0028	11368.13	7247.18	5524.20



HUMEDAD	36.7	%		
DENSIDAD HUMEDA	2190.9	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1802.6	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	18.6	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	12.4 grados
COHESIÓN	3463.7	Kg/m ²	COHESIÓN	3055.2 Kg/m ²

 JOSE D. ESTEBAN
 ELABORO

 JAVIER CABALLERO
 REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157561-E1044989	MUESTRA	APIQUE 9
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	8	E. NORMAL EN Kg/m2	2842
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.11100
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2295
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1185
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m3	0.0001
AREA EN m ²	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2037.64
ALTURA MEDIA EN m	0.02066	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1585.83
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0100
W DE LA TARA Kg	0.0153	W SECO Kg	0.0351
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0604	HUMEDAD %	28.49
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0504		

CARGA Kg	16	E. NORMAL EN Kg/m2	5684.06
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.11210
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.23530
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	W MUESTRA Kg	0.12320
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m3	0.00006
AREA EN m ²	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2167.77
ALTURA MEDIA EN m	0.02019	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1664.54
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0104
W DE LA TARA Kg	0.0156	W SECO Kg	0.0344
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0604	HUMEDAD %	30.23
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0500		

4666.35

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157581-E1044989	MUESTRA	APIQUE 9
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m²	11368
-----------------	----	--------------------------------------	-------

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.1103
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2309
PESO MUESTRA Kg	0.1206
VOLUMEN EN m ³	0.0001

AREA EN m ²	0.002815
------------------------	----------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2087.90
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02052
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1561.26
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %	
W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0805
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0492

W AGUA Kg	0.0113
W SECO Kg	0.0335
HUMEDAD %	33.73

OBSERVACIONES

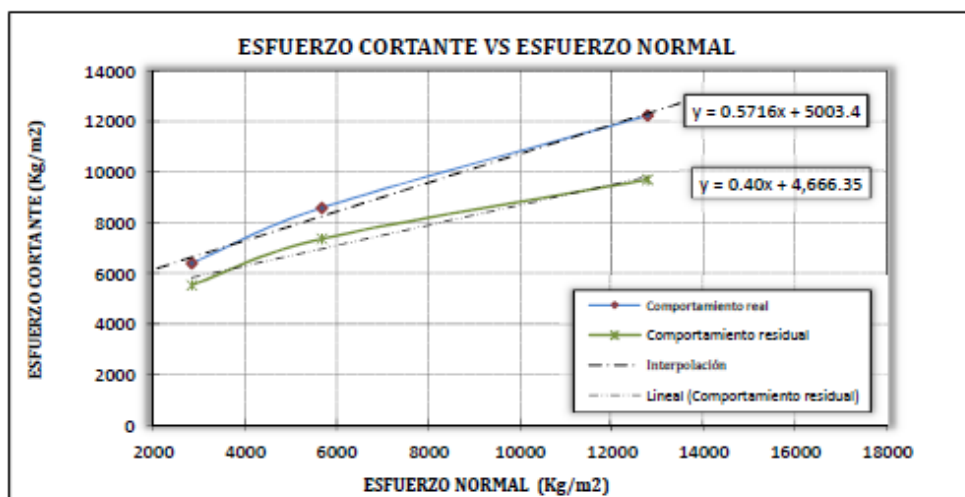
JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

4666.3500

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VELEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157561-E1044989	MUESTRA	APIQUE 9
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	6394.57	5524.20
16	0.0028	5684.06	8579.38	7353.76
36	0.0028	12789.14	12220.74	9698.43



HUMEDAD	30.8	%		
DENSIDAD HUMEDA	2097.8	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1603.9	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	29.8	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	21.8
COHESIÓN	5003.4	Kg/m ²	COHESIÓN	4666.4
				Kg/m ²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	DICIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157417-E1044909	MUESTRA	APIQUE 10
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 8

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02066
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0559
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0444

E. NORMAL EN Kg/m² 2842

W ANILLO EN Kg	0.10260
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2172
PESO MUESTRA Kg	0.1148
VOLUMEN EN m ³	0.0001

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1970.58
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1407.83
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0115
W SECO Kg	0.0287
HUMEDAD %	39.97

CARGA Kg 16

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02019
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0621
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0497

E. NORMAL EN Kg/m² 5684.06

W ANILLO EN Kg	0.10870
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.22560
W MUESTRA Kg	0.11690
VOLUMEN EN m ³	0.00006

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2056.92
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1507.22
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0124
W SECO Kg	0.0340
HUMEDAD %	36.47

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	DICIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157417-E1044909	MUESTRA	APIQUE 10
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m²	11368
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.1097
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2337
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1240
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.0001
AREA EN m ²	0.002815	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2146.76
ALTURA MEDIA EN m	0.02052	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1587.33
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0123
W DE LA TARA Kg	0.0159	W SECO Kg	0.0349
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0631	HUMEDAD %	35.24
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0508		

OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

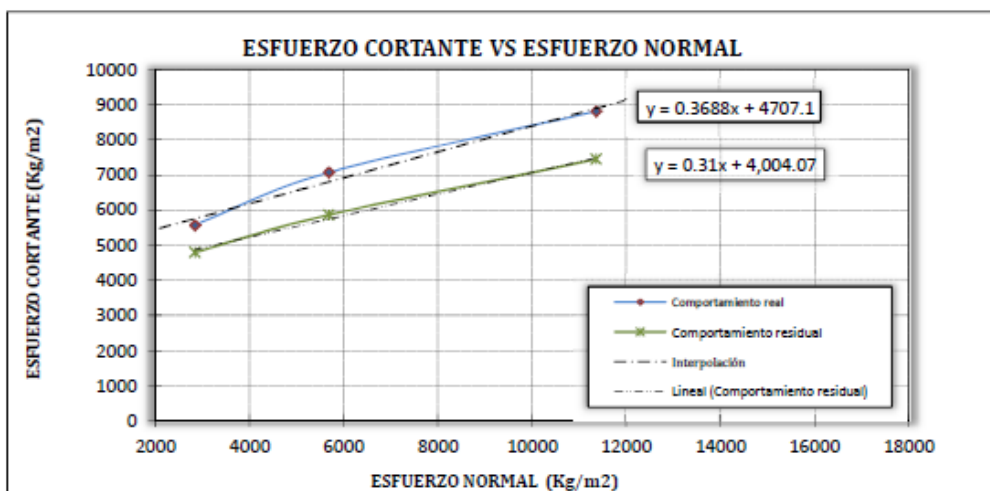
JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	DICIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157417-E1044909	MUESTRA	APIQUE 10
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	5577.49	4795.93
16	0.0028	5684.06	7069.55	5861.69
32	0.0028	11368.13	8810.30	7445.41



HUMEDAD	37.2	%
DENSIDAD HUMEDA	2058.1	Kg/m ³
DENSIDAD SECA	1500.8	Kg/m ³
ANG. FRICCIÓN	20.2	grados
COHESIÓN	4707.1	Kg/m ²

ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	17.2	grados
COHESIÓN	4004.1	Kg/m ²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157179-E1044902	MUESTRA	APIQUE 11
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 8

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02066
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0160
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0804
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0448

E. NORMAL EN Kg/m² 2842

W ANILLO EN Kg	0.11100
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2170
PESO MUESTRA Kg	0.1060
VOLUMEN EN m ³	0.0001

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1822.70
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1182.29
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0156
W SECO Kg	0.0288
HUMEDAD %	54.17

CARGA Kg 16

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02019
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0154
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0807
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0460

E. NORMAL EN Kg/m² 5684.06

W ANILLO EN Kg	0.11030
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.22240
W MUESTRA Kg	0.11210
VOLUMEN EN m ³	0.00006

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1972.46
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1332.39
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0147
W SECO Kg	0.0306
HUMEDAD %	48.04

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
		MUESTRA	APIQUE 11
LOCALIZACION	N1157179-E1044902	PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m²	11368
-----------------	-----------	--------------------------------------	--------------

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.1168
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2322
PESO MUESTRA Kg	0.1156
VOLUMEN EN m ³	0.0001

AREA EN m ²	0.002815
------------------------	----------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2001.33
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02052
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1328.24
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0159
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0605
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0455

W AGUA Kg	0.0150
W SECO Kg	0.0296
HUMEDAD %	50.68

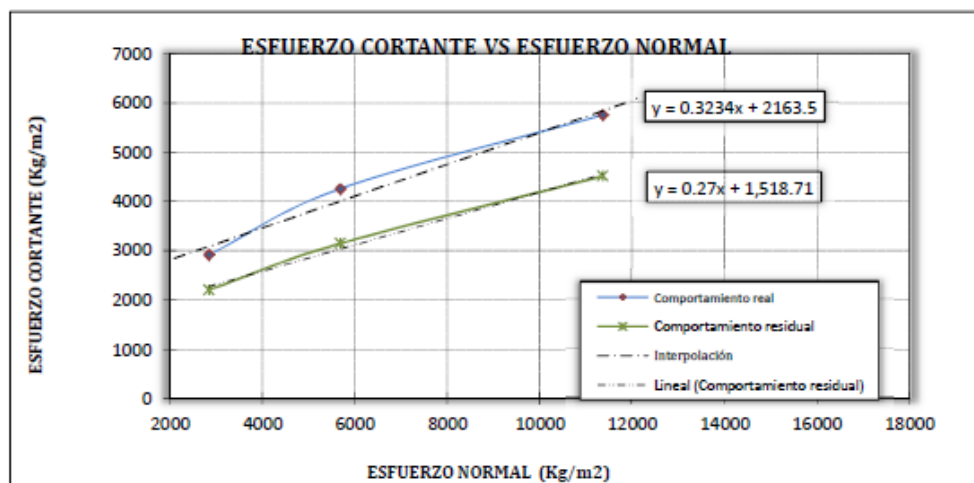
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157179-E1044902	MUESTRA	APIQUE 11
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	2913.08	2202.57
16	0.0028	5684.06	4255.94	3144.00
32	0.0028	11368.13	5755.11	4511.73



HUMEDAD	51.0	%		
DENSIDAD HUMEDA	1932.2	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1281.0	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	17.9	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	15.1 grados
COHESIÓN	2163.5	Kg/m ²	COHESIÓN	1518.7 Kg/m ²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157194-E1044828	MUESTRA	APIQUE 12
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 8

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02066
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0801
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0478

E. NORMAL EN Kg/m2 2842

W ANILLO EN Kg	0.11130
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2271
PESO MUESTRA Kg	0.1158
VOLUMEN EN m3	0.0001

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1991.21
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1439.59
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0123
W SECO Kg	0.0321
HUMEDAD %	38.32

CARGA Kg 16

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02019
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0146
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0802
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0472

E. NORMAL EN Kg/m2 5684.06

W ANILLO EN Kg	0.10770
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.22260
W MUESTRA Kg	0.11490
VOLUMEN EN m3	0.00006

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2021.73
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1445.36
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0130
W SECO Kg	0.0326
HUMEDAD %	39.88

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
		MUESTRA	APIQUE 12
LOCALIZACION	N1157194-E1044828	PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	E. NORMAL EN Kg/m²
<u>32</u>	<u>11368</u>
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599
AREA EN m ²	0.002815
ALTURA MEDIA EN m	0.02052
HUMEDAD EN %	
W DE LA TARA Kg	0.0158
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0802
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0484
W ANILLO EN Kg	0.1081
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2290
PESO MUESTRA Kg	0.1209
VOLUMEN EN m ³	0.0001
DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2093.09
DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1536.82
W AGUA Kg	0.0118
W SECO Kg	0.0326
HUMEDAD %	36.20

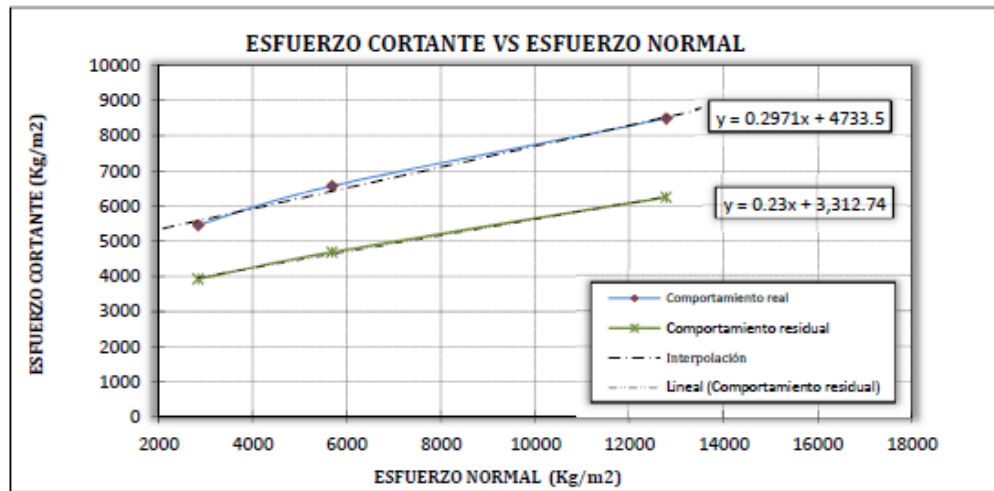
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157194-E1044828	MUESTRA	APIQUE 12
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	5470.91	3925.56
16	0.0028	5684.06	6572.20	4689.35
36	0.0028	12789.14	8490.57	6252.47



HUMEDAD	38.1	%		
DENSIDAD HUMEDA	2035.3	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1473.9	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	16.5	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	13.0
COHESIÓN	4733.5	Kg/m ²	COHESIÓN	3312.7
				Kg/m ²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157211-E1044718	MUESTRA	APIQUE 14
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 8

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02086
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0180
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0801
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0526

E. NORMAL EN Kg/m² 2842

W ANILLO EN Kg	0.11550
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2488
PESO MUESTRA Kg	0.1333
VOLUMEN EN m ³	0.0001

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2282.13
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1902.31
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0075
W SECO Kg	0.0386
HUMEDAD %	20.49

CARGA Kg 16

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

AREA EN m ²	0.0028
------------------------	--------

ALTURA MEDIA EN m	0.02019
-------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0157
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0807
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0537

E. NORMAL EN Kg/m² 5684.06

W ANILLO EN Kg	0.11030
W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.24050
W MUESTRA Kg	0.13020
VOLUMEN EN m ³	0.00006

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2290.94
--------------------------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1934.57
------------------------------------	---------

W AGUA Kg	0.0070
W SECO Kg	0.0380
HUMEDAD %	18.42

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO
JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
		MUESTRA	APIQUE 14
LOCALIZACION	N1157211-E1044718	PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg 32 **E. NORMAL EN Kg/m²** 11368

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.1031
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2312
PESO MUESTRA Kg	0.1281
VOLUMEN EN m ³	0.0001

AREA EN m ²	0.002815
------------------------	----------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2217.74
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02052
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1854.84
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	0.0180
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0800
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0528

W AGUA Kg	0.0072
W SECO Kg	0.0388
HUMEDAD %	19.57

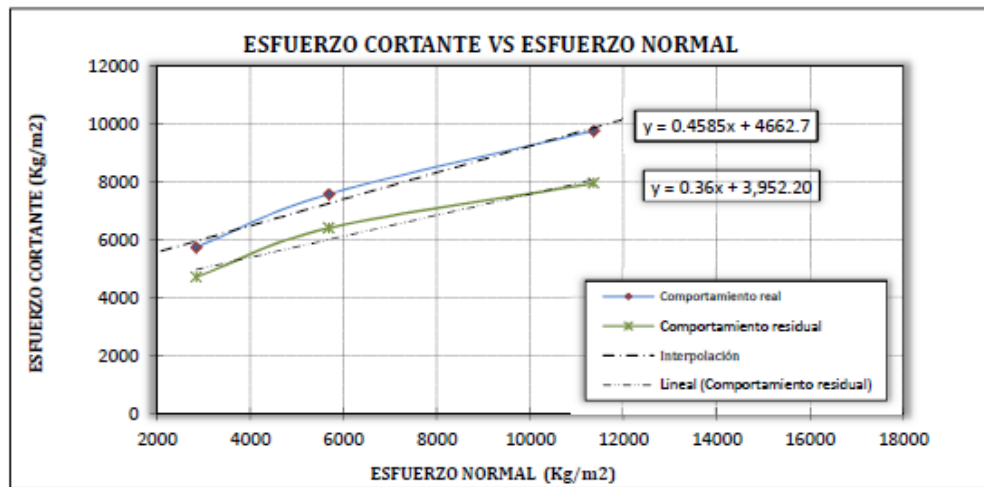
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157211-E1044718	MUESTRA	APIQUE 14
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	5755.11	4724.88
16	0.0028	5684.06	7584.67	6412.33
32	0.0028	11368.13	9769.48	7957.69



HUMEDAD	19.5	%
DENSIDAD HUMEDA	2266.9	Kg/m ³
DENSIDAD SECA	1897.2	Kg/m ³
ANG. FRICCIÓN	24.6	grados
COHESIÓN	4662.7	Kg/m ²

ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	19.8	grados
COHESIÓN	3952.2	Kg/m ²

 JOSE D. ESTEBAN
 ELABORO

 JAVIER CABALLERO
 REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157337-E1044883	MUESTRA	APIQUE 15
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	8	E. NORMAL EN Kg/m²	2842
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.11100
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2270
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1160
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.0001
AREA EN m ²	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1994.65
ALTURA MEDIA EN m	0.02066	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1421.93
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0116
W DE LA TARA Kg	0.0160	W SECO Kg	0.0288
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0564	HUMEDAD %	40.28
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0448		

CARGA Kg	16	E. NORMAL EN Kg/m²	5684.06
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.11030
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.23240
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	W MUESTRA Kg	0.12210
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.00006
AREA EN m ²	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2148.42
ALTURA MEDIA EN m	0.02019	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1518.28
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0127
W DE LA TARA Kg	0.0154	W SECO Kg	0.0306
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	0.0587	HUMEDAD %	41.50
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0460		

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
LOCALIZACION	N1157337-E1044863	MUESTRA	APIQUE 15
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m²	11368
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	W ANILLO EN Kg	0.1168
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2222
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1058
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m ³	0.0001
AREA EN m ²	0.002815	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1828.21
ALTURA MEDIA EN m	0.02052	DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1270.30
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	0.0130
W DE LA TARA Kg	0.0159	W SECO Kg	0.0296
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0585	HUMEDAD %	43.92
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0455		

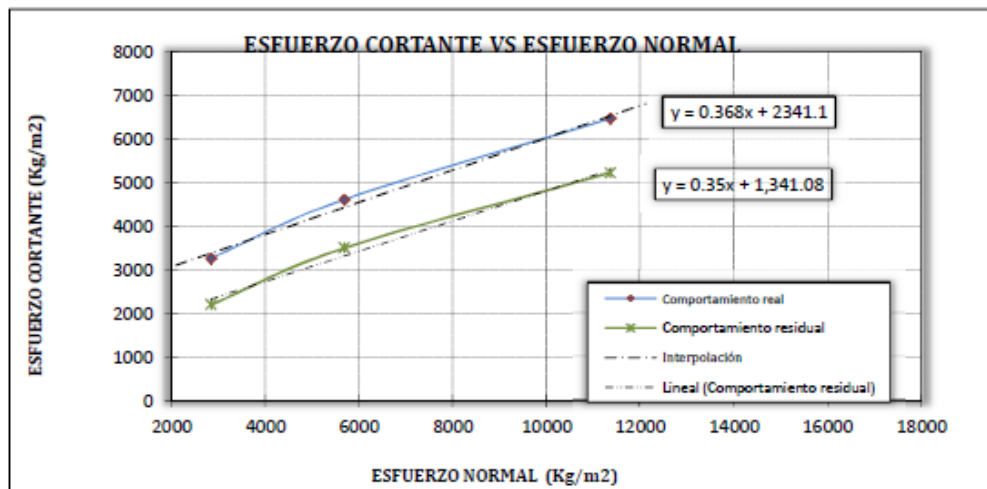
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157337-E1044863	MUESTRA	APIQUE 15
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL	AREA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL
Kg	m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	3268.34	2202.57
18	0.0028	5684.06	4611.20	3499.25
32	0.0028	11368.13	6465.62	5222.23



HUMEDAD	41.9	%		
DENSIDAD HUMEDA	1990.4	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1403.5	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	20.2	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	19.3 grados
COHESIÓN	2341.1	Kg/m ²	COHESIÓN	1341.1 Kg/m ²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	FECHA:	NOVIEMBRE DE 201
		MUESTRA	APIQUE 16
LOCALIZACION	N1157185-E1044869	PROFUNDIDAD	1 m

CARGA Kg	32	E. NORMAL EN Kg/m²	11368
-----------------	----	--------------------------------------	-------

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599

W ANILLO EN Kg	0.1103
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2305
PESO MUESTRA Kg	0.1202
VOLUMEN EN m ³	0.0001

AREA EN m ²	0.002815
------------------------	----------

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	2080.97
--------------------------------------	---------

ALTURA MEDIA EN m	0.02052
-------------------	---------

DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1547.98
------------------------------------	---------

HUMEDAD EN %	
W DE LA TARA Kg	0.0153
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	0.0602
W TARA + W SUELO SECO Kg	0.0487

W AGUA Kg	0.0115
W SECO Kg	0.0334
HUMEDAD %	34.43

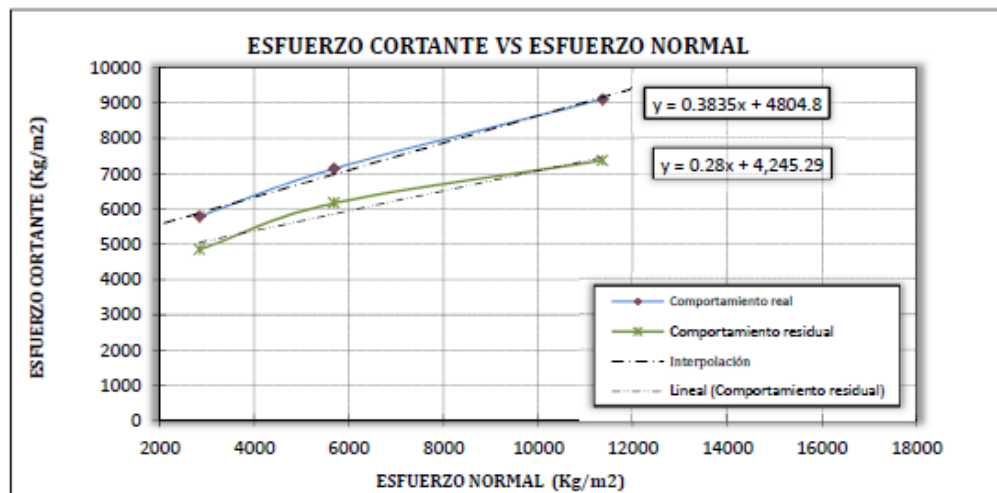
OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	FECHA:	NOVIEMBRE DE 2014
LOCALIZACION	N1157185-E1044889	MUESTRA	APIQUE 16
		PROFUNDIDAD	1 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m ²	ESFUERZO NORMAL Kg/m ²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m ²	ESFUERZO CORTANTE RESIDUAL Kg/m ²
8	0.0028	2842.03	5790.64	4849.22
16	0.0028	5684.06	7140.60	6163.66
32	0.0028	11368.13	9112.26	7371.52



HUMEDAD	34.4	%		
DENSIDAD HUMEDA	2109.9	Kg/m ³		
DENSIDAD SECA	1570.4	Kg/m ³		
ANG. FRICCIÓN	21.0	grados	ANG. FRICCIÓN RESIDUAL	15.6
COHESIÓN	4804.8	Kg/m ²	COHESIÓN	3139.2
				grados
				Kg/m ²

 JOSE D. ESTEBAN
 ELABORO

 JAVIER CABALLERO
 REVISO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE PRESIÓN DE EXPANSIÓN**

FECHA	<u>02/06/2015</u>	SONDEO	<u>APIQUE 3</u>
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VELEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	MUESTRA	<u>1</u>
LOCALIZACIÓN	<u>VELEZ</u>	PROFUNDIDAD	<u>1 m</u>
CARGA Kg	<u>0.2</u>	ESFUERZO NORMAL EN Kg/m ²	<u>52.719</u>
DIMENSIONES DE LA PROBETA		PESO DEL ANILLO EN Kg	<u>0.698</u>
ALTURA EN m	<u>0.0182</u>	PESO MUESTRA+ANILLO EN Kg	<u>0.817</u>
DIÁMETRO EN m	<u>0.0695</u>	PESO MUESTRA EN Kg	<u>0.119</u>
ÁREA EN m ²	<u>0.0038</u>	P. MUESTRA SECA +ANILLO Kg	<u> </u>
VOLUMEN EN m ³	<u>6.90448E-05</u>	PESO MUESTRA SECA EN Kg	<u> </u>
		DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	<u>1727.864</u>
		DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	<u>0</u>
DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN %		PESO AGUA Kg	<u>0.01</u>
PESO DE LA TARA EN Kg	<u>0.016</u>	PESO SECO Kg	<u>0.03</u>
P.TARA+SUELO HUMEDO Kg	<u>0.0548</u>	HUMEDAD %	<u>41.09</u>
P.TARA+SUELO SECO Kg	<u>0.0435</u>		

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO			
TIEMPO	LECTURA ANILLO (L) 0.001 mm	CARGA KN	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO Mpa
1 min	5	0.068	0.018
2 min	12	0.117	0.031
4 min	19	0.168	0.044
10 min	33	0.272	0.072
20 min	40	0.325	0.086
30 min	41	0.333	0.088
1 hora	41	0.333	0.088
2 horas	43	0.349	0.092
3 horas	43	0.349	0.092
4 horas	43	0.349	0.092
6 horas	45	0.364	0.096
10 horas	45	0.364	0.096
24 horas	45	0.364	0.096

PRESIÓN DE EXPANSIÓN Mpa	0.096
-------------------------------------	--------------



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE PRESIÓN DE EXPANSIÓN

FECHA	<u>02-jun-15</u>	SONDEO	<u>APIQUE 11</u>
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	MUESTRA	<u>1</u>
LOCALIZACIÓN	<u>VELEZ</u>	PROFUNDIDAD	<u>1 m</u>
CARGA Kg	<u>0.2</u>	ESFUERZO NORMAL EN Kg/m2	<u>52.719406</u>
DIMENSIONES DE LA PROBETA		PESO DEL ANILLO EN Kg	<u>0.6977</u>
ALTURA EN m	<u>0.0182</u>	PESO MUESTRA+ANILLO EN Kg	<u>0.8256</u>
DIÁMETRO EN m	<u>0.0695</u>	PESO MUESTRA EN Kg	<u>0.1279</u>
ÁREA EN m2	<u>0.0038</u>	P. MUESTRA SECA +ANILLO Kg	<u>0.7997</u>
VOLUMEN EN m³	<u>6.90448E-05</u>	PESO MUESTRA SECA EN Kg	<u>0.102</u>
		DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	<u>1852.4209</u>
		DENSIDAD SECA EN Kg/m³	<u>1477.302</u>
DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN %		PESO AGUA Kg	<u>0.00920</u>
PESO DE LA TARA EN Kg	<u>0.0157</u>	PESO SECO Kg	<u>0.02750</u>
P.TARA+SUELO HUMEDO Kg	<u>0.0524</u>	HUMEDAD %	<u>33.45455</u>
P.TARA+SUELO SECO Kg	<u>0.0432</u>		

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO			
TIEMPO	LECTURA ANILLO (L) 0.001 mm	CARGA KN	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO Mpa
1 min	5	0.0676	0.0178
2 min	9	0.0958	0.0253
4 min	15	0.1388	0.0366
10 min	25	0.2121	0.0559
20 min	30	0.2495	0.0658
30 min	30	0.2495	0.0658
1 hora	30	0.2495	0.0658
2 horas	30	0.2495	0.0658
3 horas	30	0.2495	0.0658
4 horas	30	0.2495	0.0658
6 horas	31	0.2570	0.0677
10 horas	31	0.2570	0.0677
24 horas	31	0.2570	0.0677

PRESIÓN DE EXPANSIÓN	Mpa	0.068
----------------------	-----	-------



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ENSAYO DE PRESIÓN DE EXPANSIÓN

FECHA	03.06/2015	SONDEO	APIQUE 16
PROYECTO	ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VELEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	MUESTRA	1
LOCALIZACIÓN	VELEZ	PROFUNDIDAD	1 m
CARGA Kg	0.2	ESFUERZO NORMAL EN Kg/m ²	52.71941
DIMENSIONES DE LA PROBETA		PESO DEL ANILLO EN Kg	0.6977
ALTURA EN m	0.0182	PESO MUESTRA+ANILLO EN Kg	0.8185
DIÁMETRO EN m	0.0895	PESO MUESTRA EN Kg	0.1208
ÁREA EN m ²	0.0038	P. MUESTRA SECA +ANILLO Kg	0.7952
VOLUMEN EN m ³	0.0001	PESO MUESTRA SECA EN Kg	0.0975
		DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m ³	1749.59
DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN %		DENSIDAD SECA EN Kg/m ³	1412.13
PESO DE LA TARA EN Kg	0.016	PESO AGUA Kg	0.01
P.TARA+SUELO HUMEDO Kg	0.0575	PESO SECO Kg	0.03
P.TARA+SUELO SECO Kg	0.0475	HUMEDAD %	31.75

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO			
TIEMPO	LECTURA ANILLO (L) 0.001 mm	CARGA KN	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO Mpa
1 min	1	0.040	0.010
2 min	2	0.047	0.012
4 min	3	0.054	0.014
10 min	5	0.068	0.018
20 min	6	0.075	0.020
30 min	6	0.075	0.020
1 hora	7	0.082	0.022
2 horas	7	0.082	0.022
3 horas	7	0.082	0.022
4 horas	7	0.082	0.022
6 horas	25	0.212	0.056
10 horas	25	0.212	0.056
24 horas	25	0.212	0.056

PRESIÓN DE EXPANSIÓN Mpa	0.056
--------------------------	-------

ANEXO D. PLANOS. (Adjunto medio magnético)

ANEXO E. PLANOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN.