CARTA TÉCNICA
TEC 23_677-1

TEC 23-677-1

Señores
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA

Asunto: Entrega final para los insumos a los ESTUDIOS DE SUELOS Y DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

Cordial saludo.

Por solicitud de institución universitaria colegio mayor de Antioquia hacemos entrega de los insumos técnicos correspondientes al proyecto punto limpio.
Estamos atentos a resolver cualquier duda que se pueda presentar.

Cordialmente,

DANIEL ANDRÉS VILLA LLANO
INGENIERO CIVIL

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

AMVA



ESTUDIO DE SUELOS Y DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

INFORME 620/2023

MEDELLÍN, JULIO DE 2023

Entrega final.

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Este documento ha sido distribuido en original y copia a las siguientes dependencias:

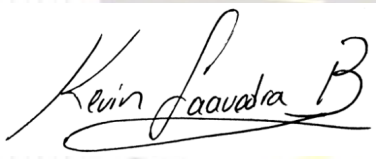
DEPENDENCIA	IMPRESIÓN
–ÁREA METROPOLITANA VALLE DE ABURRÁ	1 Original
–DV CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAS Archivo	1 Copia

Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas al Ingeniero Daniel Andrés Villa Llano, representante legal de ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S***, para proceder a realizar las modificaciones a que haya lugar.

REGISTRO DE MODIFICACIONES

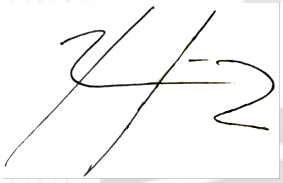
Revisión		Descripción de Las Modificaciones
No.	**Fecha**	

ELABORADO POR:



Kevin Darío Saavedra Barguil
Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia

PRESENTADO POR:



Xiomara Sánchez Restrepo
Ingeniera Geológica

REVISADO POR:



Ing. Daniel Andrés Villa Llano
Director de Proyecto

APROBADO POR: _____

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9
2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10
2.1. Descripción 11
2.2. Objetivo 12
3. Metodología 13
4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA 14
4.1. Geología para ingeniería 14
4.1.1. Geomorfología 15
4.1.2. Características Sísmicas 17
4.1.3. Características Hidrogeológicas 17
4.1.4. Amenaza Movimientos en Masa 18
4.1.5. Parámetros de Diseño y Análisis de Estabilidad de Laderas 18
4.2. DELIMITACIÓN DE LA UMI 20
4.2.1. Definición de la UMI 20
4.3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA 23
4.3.1. Marco geológico regional 23
4.3.1.1. Lleno antrópico (Qll) 24
4.3.1.2. Flujos de lodos y/o escombros (NQFII, QFIII) 25
4.3.1.3. Depósitos de deslizamiento (Qd) 26
4.3.2. Marco geomorfológico regional 28
4.3.3. MACROUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 29
4.3.4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 30
4.4. Geología local y/o formaciones superficiales 32
4.5. Topografía y geomorfología 33
4.6. Morfometría 36
4.7. Procesos Morfodinámicos 39
4.8. Escorrentía 40
4.9. Hidrogeología 42
4.10. Análisis Multitemporal 44
5. INVESTIGACIÓN DE CAMPO 47
6. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO 49
6.1. Propiedades índice y físico mecánicas de los suelos 50
7. Parámetros del suelo 55
7.1. Ensayo de corte directo 55

7.2. Método De Álvaro González 58
7.3. Norma DIN - 1055 60
7.4. Correlación del ángulo de fricción interna del suelo con el valor del índice de plasticidad 61
7.5. Parámetros de resistencia de diseño 62
8. Diseño Sismorresistente 64
9. Nivel freático 64
10. Evaluación de suelos expansivos, colapsables y licuación 65
10.1. evaluación de potencial de expansión 65
Límite Líquido e índice de plasticidad 65
10.2. Evaluación de suelo colapsable y recomendaciones 66
10.2.1. Según norma NSR-10 66
10.2.2. Método según Gibbs (1961) 68
10.3. Potencial de licuación 69
10.3.1.1. Según Wang (1979) 70
11. PERFIL GEOTÉCNICO 70
12. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 73
12.1. Secciones analizadas 76
13. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 82
13.1. AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 82
13.1.1. METODOLOGIA 82
13.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 83
14. CIMENTACIÓN 84
14.1.1. ZAPATAS AISLADAS DE CIMENTACIÓN. 85
14.1.2. LOSA DE FUNDACIÓN 89
14.2. Recomendaciones. 91
14.3. Conformación del lote y excavaciones 92
14.4. Estructura de pisos 92
14.5. Muros y tabiques divisorios 93
14.6. Obras de adecuación del lote 94
14.7. Recomendaciones generales de construcción 94
15. LIMITACIONES 96
16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 97
ANEXO 1. REGISTROS DE PERFORACIÓN 99
ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS RECUPERADAS 100
ANEXO 3. ENSAYOS DE LABORATORIO 110
ANEXO 4. MEMORIAS DE CÁLCULO 111

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de Pendientes 16
Tabla 2. Valores mínimos del coeficiente pseudoestático. 20
Tabla 3. Descripción general de los suelos identificados en las perforaciones. 32
Tabla 4. Morfología local de la UMI. 33
Tabla 5. Rangos de Pendientes 36
Tabla 6: Análisis Multitemporal 44
Tabla 7. Relación del programa de exploración ejecutado. 48
Tabla 8. Ensayos realizados sobre las muestras seleccionadas en la descripción visual. 49
Tabla 9. Resultados de las propiedades índice más representativas para el nivel de suelo identificado 50
Tabla 10. Parámetros del suelo obtenidos en el ensayo de Corte Directo modalidad CU 58
Tabla 11. Parámetros de resistencia del suelo según Álvaro González 60
Tabla 12. Correlaciones para suelos finos granulares según DIN – 1055 61
Tabla 13. Resumen de parámetros de resistencia al corte del suelo estimados 63
Tabla 14. Parámetros de resistencia al corte del suelo de diseño 63
Tabla 15. Parámetros para el diseño sismo resistente 64
Tabla 16. Nivel freático 64
Tabla 17. Parámetros determinar potencial de expansión según NSR-10 65
Tabla 18. Resumen clasificación de suelos 66
Tabla 18. Valores típicos de la gravedad especifica de los suelos 67
Tabla 20. Parámetros para el cálculo del índice de colapso 68
Tabla 21. Análisis de licuación según Wang (1979) 70
Tabla 22. Rangos de clasificación de factores de seguridad para el caso estático y dinámico (US Army Corps of Engineers, octubre 2003). 75
Tabla 23. Geotechnical Engineering Office (2004). 75
Tabla 24. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos. 75
Tabla 25. Resumen de factores de seguridad obtenidos. 81
Tabla 26. Resumen de factores de seguridad obtenidos. 83
Tabla 27. Capacidades de carga de configuración de zapatas aisladas. D.V Consultoría y construcción S.A.S 86
Tabla 28. Estimación de valores de reacción vertical según esfuerzos en estado de servicio para zapatas aisladas 88
Tabla 29. Estimación de valores de reacción vertical según esfuerzos en estado de servicio para losas de fundación. 89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio (Tomado de Google Earth™, 2016) ... 10
Figura 2. Planta lote. ... 11
Figura 3. Esquema de jerarquización geomorfológica ... 15
Figura 4. Delimitación de la UMI. ... 22
Figura 5. Mapa geológico regional tomado de la microzonificación sísmica del Valle de Aburrá, 2016 ... 27
Figura 6. Mapa unidades geomorfológicas regional tomado de la microzonificación sísmica del Valle de Aburrá, 2006. ... 31
Figura 7. Mapa de formaciones superficiales (Elaboración propia) ... 33
Figura 8. Mapa de sombras ... 38
Figura 9. Mapa de pendientes ... 39
Figura 10. Procesos morfodinámicos. ... 40
Figura 11. Mapa de escorrentía. ... 41
Figura 11. Mapa de análisis del nivel freático. ... 43
Figura 13. Ubicación de los sondeos sobre la planta del lote en estudio. ... 48
Figura 14. Curvas granulométricas de las muestras ensayadas ... 51
Figura 15. Carta de plasticidad de Casagrande ... 52
Figura 16. Variación del número de golpes obtenido del ensayo SPT con la profundidad ... 53
Figura 17. Variación de la humedad con la profundidad ... 54
Figura 18. Esquema del aparato del corte directo ... 56
Figura 19. Gráfico Esfuerzo Normal- Esfuerzo Cortante ensayo corte directo CU, P1-M5 ... 57
Figura 20. Gráfico Esfuerzo Normal- Esfuerzo Cortante ensayo corte directo CU, P3-M3 ... 57
Figura 21. Gráfico por el método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia c´ y φ´ ... 60
Figura 22. Valores de ángulo de fricción interna de materiales según método sugerido por FHWA ... 62
Figura 23. Curva de criterio de colapsabilidad de Gibbs ... 69
Figura 24. Ubicación en planta de las secciones analizadas ... 71
Figura 25. Perfil geotécnico sección A-A´ ... 72
Figura 26. Perfil geotécnico sección B-B´ ... 72
Figura 27. Perfil geotécnico sección C-C´ ... 72
Figura 28. Perfil geotécnico sección D-D´ ... 73
Figura 29. Perfil geotécnico sección E-E´ ... 73
Figura 30. Análisis de estabilidad sección A-A' condición estática F.S= 1.709 ... 77
Figura 31. Análisis de estabilidad sección A-A' condición seudoestática F.S= 1.46 ... 78
Figura 32. Análisis de estabilidad sección B-B' condición estática F.S= 1.391 ... 78
Figura 33. Análisis de estabilidad sección B-B' condición seudoestática F.S= 1.03 ... 79
Figura 34. Análisis de estabilidad sección B-B' condición estática parcialmente saturado F.S= 1.223 ... 79

Figura 35. Análisis de estabilidad sección C-C' condición estática F.S= 1.519..... 79
Figura 36. Análisis de estabilidad sección C-C' condición seudoestática F.S= 1.12 80
Figura 37. Análisis de estabilidad sección D-D' condición estática F.S= 1.73..... 80
Figura 38. Análisis de estabilidad sección D-D' condición seudoestática F.S= 1.301 81
Figura 39. Análisis de estabilidad sección E-E' condición estática F.S= 1.36..... 81
Figura 40. Análisis de estabilidad sección E-E' condición seudoestática F.S= 1.14 81
Figura 41. Mapa de Amenazas por Movimientos en masa. 84
Figura 42. Gráfico de capacidad de carga admisible de la cimentación en función de su ancho (B) y profundidad de desplante (Df).. 86
Figura 43. Imagen de la base fotográfica de D.V, con el sistema propuesto. 87
Figura 44. Análisis de asentamientos vs esfuerzos transmitidos al terreno. 88
Figura 45. Análisis de deformaciones vs esfuerzos transmitidos al terreno. 89
Figura 46. Esquema de losa de cimentación propuesta..... 90
Figura 47. Diagrama Barreras de Vapor 93

1. INTRODUCCIÓN

Por solicitud del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ***D.V. Consultoría y construcción S.A.S.*** realizó el estudio de suelos para la construcción de un punto limpio para la apropiada separación y almacenamiento temporal de residuos de construcción y demolición generados por el distrito especial de Medellín y otros municipios del área metropolitana, basados en el prototipo desarrollado por el AMVA", en el municipio de Medellín, departamento de Antioquia.

En este informe se presenta una descripción detallada de las investigaciones de campo y laboratorio necesarias para la determinación de las características físicas y mecánicas de los distintos tipos de suelos que conforman el sitio de interés, se presentan y discuten los resultados obtenidos y se dan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La zona de estudio se encuentra en la dirección calle 59 A con la carrera 35 comuna Villa Hermosa, localizado en zona urbana del municipio de Medellín, en el departamento de Antioquia.



Figura 1. Localización del área de estudio (Tomado de Google Earth™, 2016)

2.1. Descripción

El proyecto consiste en la construcción de estudios y diseños para la construcción de un punto limpio con capacidad promedio de 160 ton/día de residuos de construcción y demolición, basados en el prototipo desarrollado por la entidad mediante el convenio 1114 de 2016, el cual tiene un área aproximada de 971.1 m^2. En la Figura 2 se muestra la topografía del lote.



Figura 2. Planta lote.

2.2. Objetivo

Con base en los términos de referencia, el presente documento presenta los estudios de suelos y amenaza de detalle, la cual contiene la siguiente información:

- Estudio de suelos según el título H de NSR-10 y NORMA INVÍAS para estudio de suelos para zonas de pavimento. Incluyendo cálculos y diseños, recomendaciones constructivas, definición de sistemas de drenaje, definición de sistemas de llenos y contenciones.

- Estudio de amenaza de detalle, analizando el estado actual del terreno, su erosionamiento actual, emitir propuestas de mitigación alineadas con el decreto metropolitano 009-2012 y NSR-10.

- Gráfico de localización de la zona de intervención o de interés en la o las UMI definidas para la elaboración de los estudios geológicos de detalle.

- Mapa geológico de la o las UMI a escala 1:2500 o mayor según el caso particular. Al menos un perfil geológico interpretativo que represente la o las UMI, donde se muestren las relaciones geológicas entre los diferentes materiales identificados.

- Análisis estereográfico de los datos estructurales tomados en la UMI informe en el cual se detallan la litología, los depósitos, grado de meteorización y disposición de las discontinuidades estructurales tales como fallas, fracturas, diaclasas. Todas las unidades litológicas descritas estarán correlacionadas.

3. Metodología

La investigación se desarrolló de la siguiente manera:

- Visitas de campo y reconocimiento geológico – geotécnico de la zona.
- Exploración de campo mediante sondeos ejecutados con equipo mecánico de percusión y lavado, con muestreo y ensayo de SPT cada metro; y con equipo de rotación con corona de diamante en los sitios donde se
- Descripción visual de las muestras recuperadas mediante la norma INVÍAS I.N.V. E – 102, para definir el perfil geotécnico del sitio de proyecto.
- Caracterización física de los materiales que conforman cada estrato identificado, mediante la realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras más representativas (normas I.N.V. E – 122, 124, 125 y 127).
- Definición y recomendaciones de geología, donde estén los estudios de amenaza mapas geológicos y análisis estereográfico de la UMI.
- Análisis de geología y geomorfología bajo los marcos regional y local, incluye descripción de las unidades geológicas y descripción de muestras de suelo representativas del lote objeto de estudio.
- Determinación de los parámetros geotécnicos de los materiales encontrados, mediante la realización de ensayos mecánicos sobre muestras inalteradas de suelo; y correlación de los resultados de laboratorio con base en metodologías mundialmente aceptadas.
- Definición y recomendaciones para el tipo de cimentación más adecuado, dependiendo de los materiales encontrados y de las solicitaciones de la estructura proyectada.

4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

En este subcapítulo se presenta la metodología general para la evaluación de las amenazas, aptitud uso del suelo y análisis de estabilidad del área de estudio. Adicionalmente se presenta cada una de las metodologías o guía que se utilizaron como base para el desarrollo de la caracterización geológica-geotécnica.

El desarrollo y caracterización de los aspectos geológicos para el presente proyecto se fundamentó en el siguiente proceso metodológico:

- **Recopilación de información disponible:** Consistió en el análisis y evaluación de información geocientífica existente, como: mapas geológicos, memorias explicativas y documentos técnicos.

- **Verificación y complementación en campo:** De manera general, se identificó y describió las características litológicas de la unidad geológica predominante, utilizando como principal fuente de información los núcleos de perforación a partir del ensayo de penetración estándar (SPT) y rotación.

- **Consolidación de la información**: Elaboración del informe técnico con el análisis detallado de la información geológica previamente señalada.

4.1. Geología para ingeniería

La cartografía de unidades de geología para ingeniería (UGI) o unidades superficiales se obtuvo partiendo de la cartografía geológica del POT del municipio, los recorridos de campo realizados en la unidad de análisis y los resultados de la exploración directa e indirecta.

Adicionalmente se siguieron las recomendaciones de la “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa” para escalas detalladas (Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de

Colombia, 2016). En esta se definen tres aspectos fundamentales para obtener los modelos que permitan realizar los análisis de estabilidad:

1) Diferenciar los materiales aflorantes entre suelos y rocas.

2) Definir los espesores de suelo o las características estructurales del macizo rocoso.

3) Caracterizar los materiales de acuerdo con sus propiedades mecánicas.

Para el caso de los materiales no se encontraron aflorando entonces se partió de la cartografía oficial y de la exploración directa con las perforaciones que corresponden a Suelos de origen antrópico y Suelos transportados, posteriormente se realiza una caracterización de las propiedades mecánicas.

4.1.1. **Geomorfología**

Para la caracterización de la geomorfología se parte de la cartografía geomorfológica existente para el área de interés, específicamente la descrita en la "Microzonificación sísmica detallada de los municipios del Valle de Aburrá" (Consorcio Microzonificación Sísmica , 2006). Adicionalmente se hizo uso del modelo de elevación digital (DEM) obtenido de la topografía detallada, del cual se obtuvo el mapa de pendientes y junto a los recorridos de campo se obtuvo la cartografía a nivel de componente o elemento geomorfológico siguiendo la propuesta realizada por (Carvajal Perico, 2012) la cual se presenta en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.2.



Figura 3. Esquema de jerarquización geomorfológica

Fuente: Carvajal Perico, 2012.

Los componentes o elementos geomorfológicos representan el máximo nivel de detalle en la jerarquización. Determina los rasgos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves internos de laderas o flancos, crestas, formas de valle) definidos en sitios puntuales y determinados por la morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica (Carvajal Perico, 2012).

Los rangos de pendientes usados se seleccionan teniendo en cuenta la propuesta de sistemática para para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos, realizada por (Servicio Geológico Colombiano, 2012). En esta también se asocia los rangos de pendiente con las características del comportamiento del material y la forma de la ladera o curvatura con las características del material y movimientos en masa asociados.

Tabla 1. Rangos de Pendientes

Inclinación (°)	**Descripción**	**Características del material y comportamiento**
< 5°	Plana	Muy blanda y Muy baja susceptibilidad a FRM.
5° - 10°	Inclinada	Blanda y baja FRM.
10° - 15°	Muy Inclinada	Moderadamente Blanda y Moderada susceptibilidad a FRM
15° - 20°	Abrupta	Moderadamente Resistente y Moderada susceptibilidad a FRM.
20° - 30°	Muy abrupta	Resistente y Alta susceptibilidad a FRM.
30° - 45°	Escarpada	Muy Resistente y Alta susceptibilidad a FRM.
> 45°	Muy Escarpada	Extremadamente Resistente y Alta susceptibilidad a FRM.

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 2012)

Dentro de la geomorfología se incluye la morfodinámica, la cual trata de los procesos geodinámicos externos (denudativos, fluviales, antrópicos, etc.), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas.

Los procesos morfodinámicos se obtuvieron de los recorridos de campo e imágenes satelitales, estos se clasificaron dependiendo el tipo de erosión, en la cual se encuentra la categoría de erosión en masa (todos los tipos de movimientos en masa) y erosión por escorrentía.

4.1.2. **Características Sísmicas**

Las características asociadas a la amenaza sísmica y aceleración pico efectiva fueron obtenidas de la Norma Colombiana de Construcciones Sismorresistente NSR10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, 2010) y la "Microzonificación sísmica detallada de los municipios del Valle de Aburrá" (Consorcio Microzonificación Sísmica , 2006).

4.1.3. **Características Hidrogeológicas**

Para la evaluación de las características hidrogeológicas de la zona de estudio se tomará como base el cálculo de la profundidad del nivel freático, asociado a un periodo de retorno de 20 años y una duración de 24 horas, a partir de lo presentando en la "Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa" para escalas detalladas (Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de Colombia, 2016).

Adicionalmente se revisarán estudios e información secundaria asociada a las características hidrogeológicas de la zona y las mediciones de los niveles freáticos obtenidas durante la exploración geotécnica.

4.1.4. Amenaza Movimientos en Masa

Para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa se utiliza la ecuación propuesta en la “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa” para escalas detalladas (Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de Colombia, 2016). En dicha metodología el grado de amenaza se expresa en términos de factores de seguridad, en la cual se pueden realizar diferentes escenarios variando los parámetros, específicamente el nivel freático y la aceleración sísmica que pueden interpretarse como factores detonantes. Para este caso de estudio se considera el siguiente escenario:

1) Condición seca y sin aceleración sísmica, lo que representaría un mapa de susceptibilidad al no tener en cuenta factores detonantes.

La información de estos modelos se realiza a partir de información geológica y geotécnica, resultado de la caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica en la zona de estudio, se elaboran modelos para identificar el grado de estabilidad del terreno. Estos modelos requieren información específica sobre el perfil del subsuelo, propiedades de resistencia de los materiales, posición de niveles freáticos y geometría del terreno. Aplicando la formulación del método del talud infinito, se puede analizar el factor de seguridad de forma espacial, píxel por píxel, y variando el análisis con superficies de falla definidas se pueden estudiar por áreas las zonas de amenaza.

4.1.5. Parámetros de Diseño y Análisis de Estabilidad de Laderas

Los parámetros geotécnicos de suelo se determinan según el criterio de falla de Mohr-Coulomb, por lo que de cada horizonte de suelo caracterizado se determinará el valor de peso unitario, cohesión y ángulo de fricción. El cálculo de los parámetros se establece por unidad geotécnica homogénea, a partir de los resultados de los ensayos de campo (específicamente del ensayo de SPT) y con los resultados de los ensayos de laboratorio.

Los análisis de estabilidad se realizarán en las áreas donde la categoría de amenaza es media según el POTy adicionalmente hay infraestructura proyectada.

Lo anterior con el fin de evaluar de manera preliminar el comportamiento de los taludes con la ejecución de cortes, para la propuesta de las medidas y obras adecuadas para su estabilización en caso de ser necesario.

En la modelación de la estabilidad, se tendrán en cuenta condiciones actuales y proyectadas para escenarios estáticos, pseudoestáticos y teniendo en cuenta el nivel freático. Estas modelaciones se realizan utilizando el programa Slide 6.0 (Rocsience), para determinar factores de seguridad y la probabilidad de falla por el método de equilibrio límite.

Para el desarrollo del presente estudio se aplica la clasificación de los perfiles de suelo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente - NSR-10, título A - Tabla H.2.4-1.
Para los análisis pseudoestáticos se determinaron inicialmente los movimientos sísmicos de diseño Aa y Av, seguidamente se calculó el valor de los coeficientes Fa (coeficiente de amplificación para periodos cortos) y Fv (coeficiente de amplificación para periodos intermedios). Según la NSR-10, en la sección H.5.2.5, para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, Amax, obtenida, de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero), o de un análisis de amplificación de onda.

El coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes, tiene valor inferior o igual al de Amax, y se admiten los valores mínimos del coeficiente pseudoestático, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores mínimos del coeficiente pseudoestático.

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

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, 2010)

4.2. DELIMITACIÓN DE LA UMI

Se presenta a continuación la delimitación de la Unidad Morfodinámica Independiente de la zona de estudio. y sus características geológicas, y geomorfológicas asociadas.

La Unidad Morfodinámica Independiente (UMI), es la unidad básica de análisis de proceso geológicos y morfodinámicos, definida en el Acuerdo Metropolitano 09 de 2012 como “la unidad del territorio que enmarca el predio de interés y que presenta un comportamiento independiente de las unidades adyacentes” y donde para su definición se tienen en cuenta componentes de la geología, geomorfología, hidrología y de elementos antrópicos que se presenten en la zona.

4.2.1. Definición de la UMI

La delimitación de la Unidad Morfodinámica Independiente (UMI), considera los rasgos naturales y antrópicos de una zona. El área de estudio está ubicada en vertientes de relieve alto y medio, así como zonas de pendientes bajas. Hay pendientes mayores al 45% en el caso del relieve alto y se ubica en la zona media de la UMI.

La UMI fue definida con base en las observaciones realizadas en el recorrido de campo, cartografía, hidrología e imágenes de sensores remotos, lo que permitió definir una UMI, como se observa en la Figura 2. La UMI da lugar al polígono que

será la base para la entrega de los resultados de amenaza por movimientos en masa.

La cartografía oficial no presenta afluentes dominantes

A continuación, se presentan algunos puntos que hacen parte de los límites de la UMI:

Punto A: La UMI inicia contigua a los barrios La Ladera y Enciso, entre la carrera 36 y calle 59A hacia el punto B.

Punto B: La UMI continúa por la calle 59A y se desvía por la calle 35 hacia el punto C.

Punto C: Continúa hacia el parque bordeando los árboles presentes hasta llegar al punto D, que se localiza sobre el límite de una pendiente baja y una ladera.

Punto D: Sigue bordeando la zona tomando la ladera presente hasta las viviendas, continuando por el parque hasta la calle 36, continuando hacia el **Punto E.**

A continuación, se muestra la delimitación de la UMI en planta.

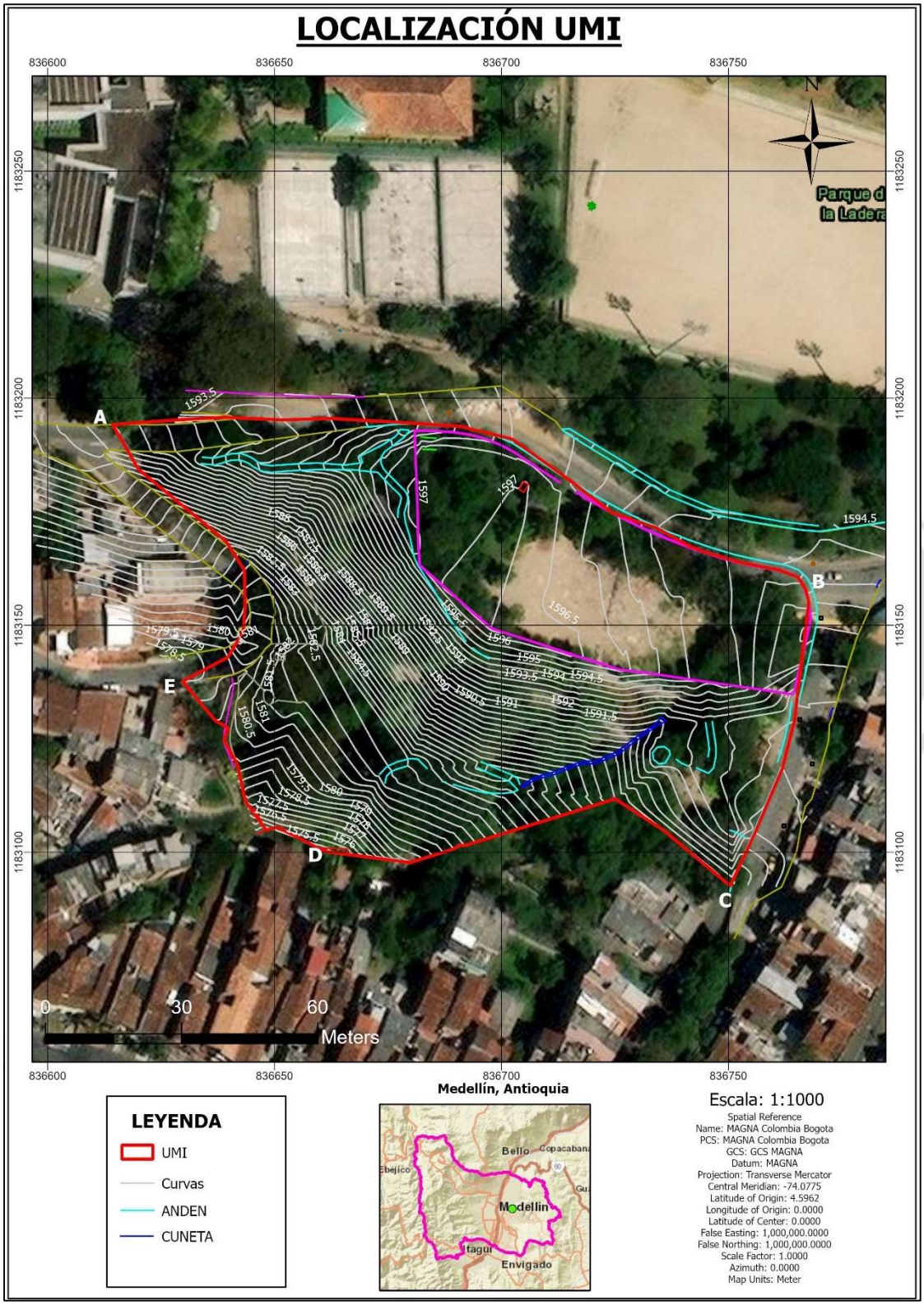


Figura 4. Delimitación de la UMI.

4.3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA

A continuación, se describe la geología y geomorfología regional que conforma la zona de estudio con base en la revisión bibliográfica, y la geología local a partir de la información obtenida mediante las muestras resultantes de la exploración.

4.3.1. Marco geológico regional

La zona de estudio se enmarca geológicamente en el Valle de Aburrá, localizado en medio de la Cordillera Central de Colombia en la parte norte de la Cordillera de los Andes; cordón montañoso que se asocia a la zona de subducción del norte de los Andes, la cual determina una compleja evolución geológica, representada por unidades litológicas de distinto origen, composición y edad; asociados a complejos sistemas tectónicos.

El valle de Aburrá es una depresión topográfica alargada, que en la zona del Municipio de Medellín presenta una dirección predominante Norte – Sur, cuyo principal rasgo tectónico asociado es el sistema de fallas Cauca – Romeral, con su expresión más oriental, denominada Falla de San Jerónimo, que representa una paleo-sutura entre las placas continental y oceánica.

Este marco tectónico según Rendón (1999) ha dado lugar a la conformación litológica del valle, en especial de las formaciones superficiales. Las rocas del basamento presentan una evolución compleja, comenzando por rocas de edad Paleozoico inferior hasta rocas de edad Cretácica, estas unidades están siendo intruidas por diversos cuerpos intrusivos. Los depósitos que cubren estas rocas de basamento han sido ampliamente estudiados y tienen un origen conocido, representados principalmente por depósitos de vertiente y depósitos de aluviales formados por el Río Medellín.

El registro estratigráfico del valle según González (1999) comienza en el Paleozoico inferior con dos franjas de Anfibolitas, una de las cuales es de edad Cretácica (Unidad de Anfibolitas del oriente del Valle de Aburrá) y se encuentra ligada a un posible Complejo Ofiolítico emplazado tectónicamente en el costado oriental del valle. Suprayaciendo este registro se encuentra la unidad denominada Complejo

Cajamarca, conformado por grandes paquetes de esquistos actinolíticos y cloríticos de color verde intercalados con paquetes de esquistos cuarzo-sericíticos; estas unidades afloran especialmente en el costado occidental y sur oriental del Valle de Aburrá.

Estas unidades litológicas se encuentran intruidas por diferentes cuerpos plutónicos de composición intermedia como lo son: El Stock de Altavista, El Gabro de Romeral, El Batolito de Ovejas, El Batolito Antioqueño y el Stock de Belmira; crono-estratigráficamente se encuentran dos unidades volcánicas en el Valle de Aburrá: La Dunita de Medellín que hace parte de una secuencia Ofiolítica desmembrada remanente de la paleo-zona de sutura y que aflora en la ladera oriental del valle y algunos miembros del Complejo Quebradagrande que aflora en la parte sur occidental del mismo hacia el corregimiento de San Antonio de Prado. El registro estratigráfico culmina con las diversas unidades superficiales que cubren el valle como lo son los depósitos coluviales de la parte central y norte del valle y los grandes paquetes de depósitos aluviales formados por el Río Medellín en la parte sur del valle.

A continuación, se describen las unidades geológicas que se pueden encontrar en la zona de estudio, tomadas textualmente del capítulo de Geología General del Área Urbana de Medellín, del documento “Microzonificación sísmica del valle de Aburrá, 2006”.

4.3.1.1. Lleno antrópico (Qll)

Derivados de la actividad urbanística y constructiva propia de una región en crecimiento, que genera una gran cantidad de escombros y materiales de rezaga, los cuales deben ser dispuestos. La composición de estos depósitos es en extremo heterogénea, desde materiales homogéneos conformados con algunas normas técnicas hasta basura, materia orgánica y escombros simplemente vertidos, con propiedades geotécnicas pobres para cortes y capacidad portante. Dentro de esta unidad también se incluyen aquellas acumulaciones artificiales necesarias para la construcción de las obras de infraestructura; donde las de mayor relevancia son los

terraplenes de aproximación a los puentes viales que pueden alcanzar espesores hasta de 10 m y extensiones importantes, las cuales pueden llegar hasta acumulaciones de hasta un millón de metros cúbicos. Sus características fundamentales estriban en que los materiales que los constituyen son más homogéneos y fueron conformados según metodologías de construcción adecuadas.

4.3.1.2. Flujos de lodos y/o escombros (NQFII, QFIII)

Estos depósitos están constituidos por flujos de varias generaciones, cuyos clastos presentan diferentes grados de meteorización. Son generados al producirse hacia las partes altas de las vertientes una saturación y pérdida de resistencia, lo que hace más vulnerables a fenómenos tales como las altas precipitaciones o los movimientos sísmicos. Estos eventos en caso de ocurrir, les confieren a los suelos un carácter viscoso, debido a la mezcla del agua con los suelos arcillosos y limosos, de forma que pueden descender más o menos controlados por los cauces de las corrientes, arrastrando nuevos materiales y mezclándose caóticamente hasta encontrar unas condiciones de baja pendiente que permitan su depositación. Según la granulometría de los materiales que conforman la fuente, pueden darse depósitos de flujo con predominio de bloques rocosos denominados flujos de escombros o de la fracción fina (en general arcilla o limo) en cuyo caso se llaman flujos de lodos. Sin embargo, dada la mecánica del fenómeno, que no permite una selección o clasificación del material, pueden existir dentro del mismo depósito zonas que correspondan a flujos de escombros y otras a flujos de lodos.

Constituidos por bloques heterométricos, con un grado de meteorización de moderado a alto. Con matriz arcillo limosa (CH) o limo arcilloso (MH), en colores claros como pardo, gris y amarillo. Su génesis se encuentra asociada a la desestabilización de la vertiente afectadas por el fracturamiento múltiple sobre estas rocas, además de eventos sísmicos y alta pluviosidad, factores que ayudaron a movilizar los niveles saprolíticos de las rocas hacia la parte inferior de las vertientes.

4.3.1.3. Depósitos de deslizamiento (Qd)

Son el producto de fenómenos de inestabilidad o movimientos de masa ocurridos en los terrenos inclinados o vertientes, que fueron generados por una combinación de factores como la gravedad, el agua y la intervención humana, entre otras. Su identificación y delimitación se facilita porque generalmente están asociados a los lugares de las vertientes donde se observan condiciones de baja pendiente y topografía suave, seguidos de una zona de pendiente alta en forma de escarpe, desde donde se desprendieron los materiales que los componen.

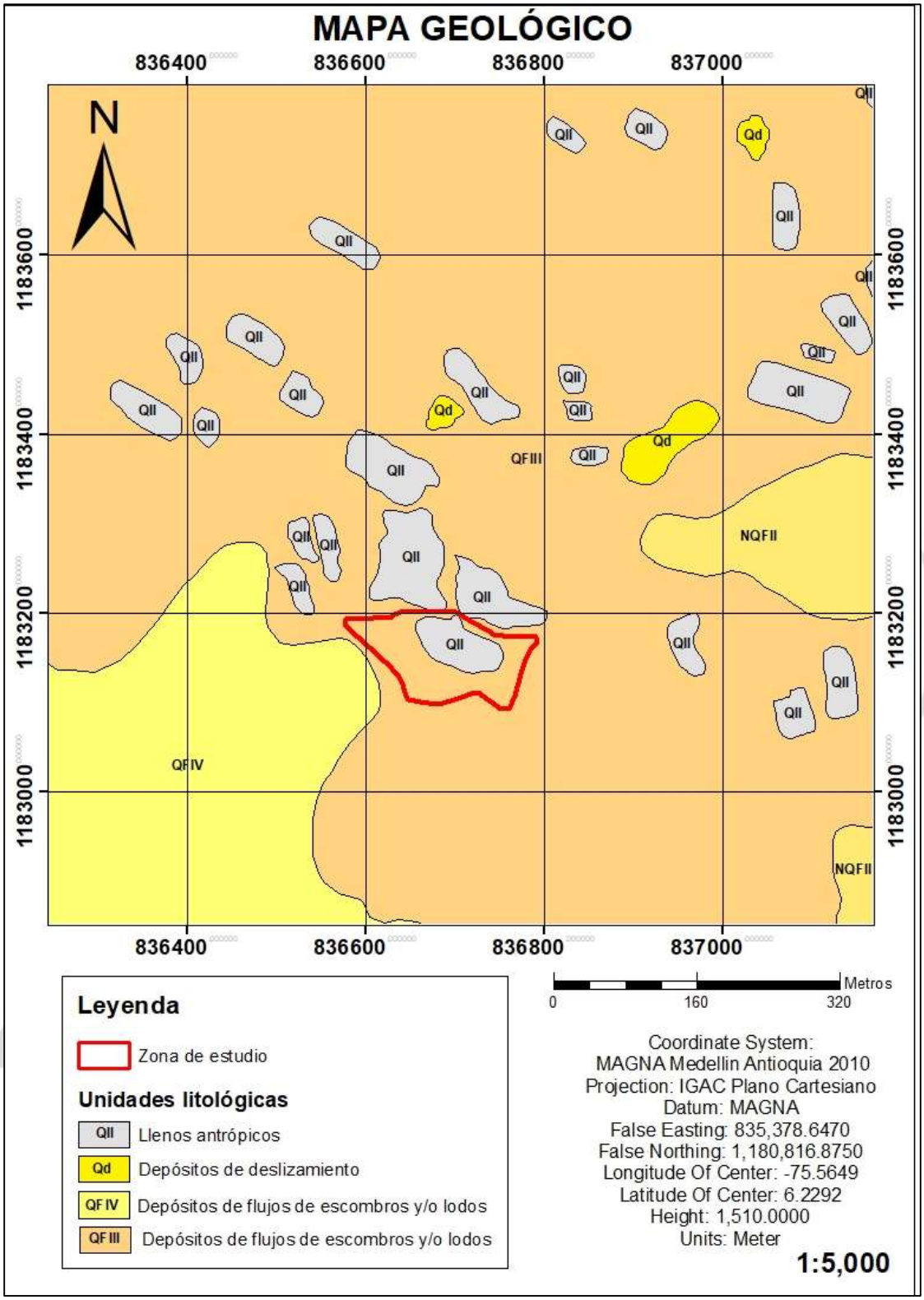


Figura 5. Mapa geológico regional tomado de la microzonificación sísmica del Valle de Aburrá, 2016

4.3.2. Marco geomorfológico regional

De acuerdo con la microzonificación sísmica realizada en el 2006 se define que el valle de Aburrá ocupa un valle intramontano profundo y relativamente estrecho que corta un sistema de superficies de erosión o altiplanos de edad Terciario Medio, ubicados a alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre 2.200 y 3.200 m, los cuales conforman el rasgo morfológico más sobresaliente del norte de la Cordillera Central Colombiana. (Consorcio Microzonificación Sísmica , 2006)

El Valle de Aburrá corresponde a un cañón entallado entre el sistema de altiplanos o superficies de erosión. La jurisdicción administrativa del Valle de Aburrá queda comprendida, en tres de las grandes unidades de relieve a saber: Superficies de erosión o altiplanos, escarpes regionales y cañones. (Consorcio Microzonificación Sísmica , 2006)

El esquema taxonómico adoptado fue de:

Unidad fisiográfica: Cordillera Central

Unidades de relieve: Norte de la Cordillera Central. Altiplanos y cañones (Valle de Aburrá y cañón del río Cauca).

Unidades de paisaje: Tres niveles de altiplanos, escarpes erosivos regionales entre dichos altiplanos y tres segmentos de valle (valles de Aburrá superior, medio e inferior). En el cañón del cauca no se distinguieron unidades de paisaje por la falta de contexto geomorfológico. La zona de estudio se encuentra en el Valle de Aburrá superior.

Macrounidades geomorfológicas: Al interior de los segmentos de Valle de Aburrá se cartografiaron diferentes Bloques. La zona de estudio se encuentra en el Valle Medio.

Unidades geomorfológicas: Se proponen varias unidades, denominadas: lomerío, lomos, superficies suaves en depósitos moderadamente incisadas, peldaños, picachos, superficies con baja incisión, entre otras. La zona de estudio presenta como unidad geomorfológica: Superficies suaves en Depósitos poco incisados.

A continuación, se muestra la descripción de las macrounidades y unidades geomorfológicas que están en la zona de estudio.

4.3.3. MACROUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Se reconocieron macrounidades geomorfológicas denominada Valle Medio Bloque Comuna Nororiental Baja las cuales muestran condiciones morfológicas aproximadamente homogéneas y que se distinguen, en forma clara, de los adyacentes.

Valle medio bloque comuna nororiental baja: Se presenta una franja de terreno de tendencia también N-S, localizada en la misma vertiente nororiental del Valle Medio pero más abajo, ocupando terrenos entre los 1.750 y 1450 msnm. Esta macrounidad está· limitada al este por una serie de fallas y lineamientos de tendencia N-S, que coincide con un marcado incremento de la pendiente; al sur por la zona suave de los depósitos aluviotorrenciales asociados a la quebrada Santa Elena, al oeste y norte por el río Aburrá y/o sus depósitos aluviales asociados. Dentro de esta macrounidad se identifican dos sectores. Al norte se observan pendientes regulares y continuas de inclinación suave a moderada con vergencia hacia al fondo del valle; constituidas principalmente por espesos suelos residuales de rocas ultra básicas cizalladas y localmente por depósitos de vertiente; en medio de las cuales las corrientes han labrado sus cauces, generando una red poco densa de vaguadas moderadamente incisadas de flancos cortos, irregulares y de pendientes moderadas.

Este tipo de morfología se extiende al sur siguiendo el borde oriental de la macrounidad. Al sur del polígono se presentan pendientes suaves que descienden hasta confundirse con el fondo del valle y cuya configuración morfológica indica una génesis depositacional, asociada a los depósitos de flujo de lodos y/o escombros. Dentro de estos materiales es factible identificar sectores con diverso grado de incisión. Por otro lado, dentro del polígono también se identificaron una serie de zonas de pendiente suave a diferentes alturas, que por su localización (cercana a

las trazas de las fallas o lineamientos) u orientación se cartografiaron como peldaños.

4.3.4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Se consideran como Unidades Geomorfológicas a los conjuntos relacionados de formas que tienen homogeneidad de proceso genético y edad.

En la zona de estudio UMI se identificó una unidad geomorfológica:

SSDPI - Superficies Suaves en Depósitos Poco Incisados: Son geoformas continuas de inclinación suave a moderada y modeladas sobre depósitos de vertiente del tipo flujos de lodos y/o escombros. Presentan un grado de incisión baja a muy baja. Esta unidad se parece a partir de los municipios de La Estrella y Sabaneta al sur, y llega hasta el municipio de Barbosa al norte.
A continuación, se observa el mapa de unidades geomorfológicas de la UMI. Se observan aledañadas a esta Llanura Aluvial y Superficies suaves en Depósitos Moderadamente incisados.

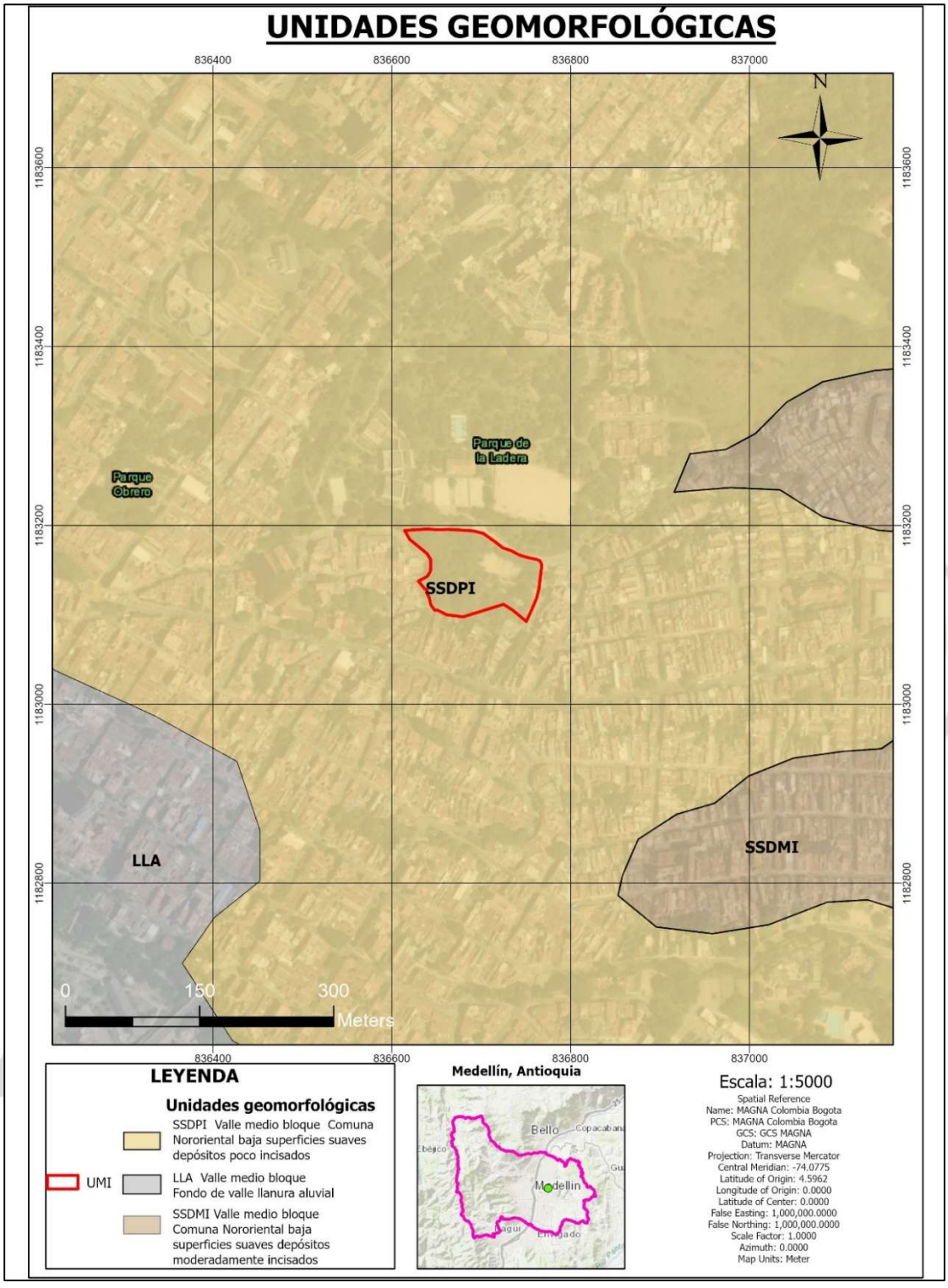


Figura 6. Mapa unidades geomorfológicas regional tomado de la microzonificación sísmica del Valle de Aburrá, 2006.

4.4. Geología local y/o formaciones superficiales

Con base en la descripción y revisión de los materiales recuperados en los sondeos, se identificó un Lleno Heterogéneo, y un Flujo de lodos (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Descripción general de los suelos identificados en las perforaciones.

	***Lleno Heterogéneo*** *Material limoso con algunas zonas arenosas o arcillosas, no consolidado, pardo amarillento con zonas naranja, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos de roca y ladrillo de hasta 2.5 cm, con una relación escombros/matriz que varía entre %Matriz=60/90 y %Escombros=40/10.* *El espesor máximo del lleno fue de 8.0m y mínimo de 7.00m de acuerdo con la exploración realizada.* *Se ubicó en todos los sondeos.* *Consistencia: Media a Dura*
	***Depósito de vertiente: Flujo de lodos*** *Material limoso, no consolidado, de color naranja con zonas café, de humedad media y plasticidad media alta, con presencia de clastos milimétricos.* *Se observó en la perforación P1 y P6 ubicadas en la zona superior de la UMI a los 8.00 y a los 7.00m.* *Consistencia: Dura*

Elaboración propia

De acuerdo con los estratos encontrados en el terreno se obtuvo el siguiente mapa de formaciones superficiales. Se hace la aclaración que superficialmente se observó

solo un Lleno Heterogéneo, el Flujo de lodos se observó a profundidad. (Ver Figura 7)

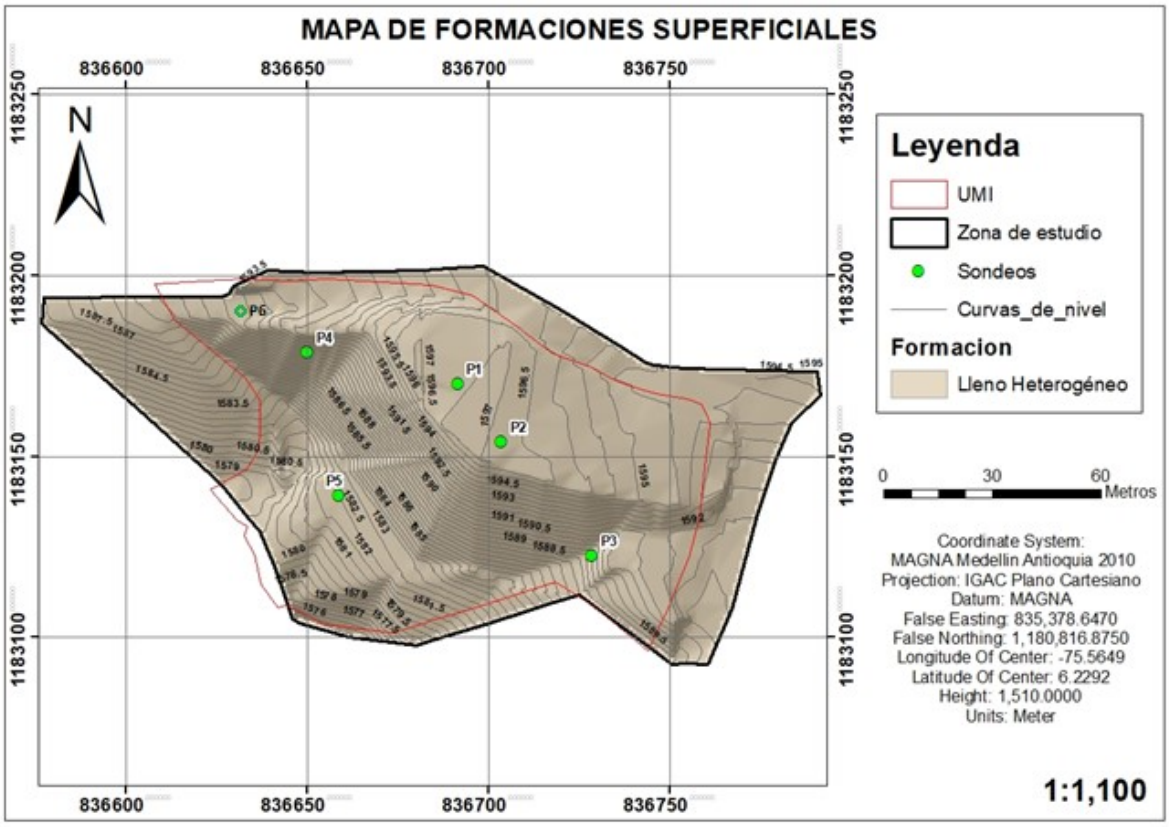


Figura 7. Mapa de formaciones superficiales (Elaboración propia)

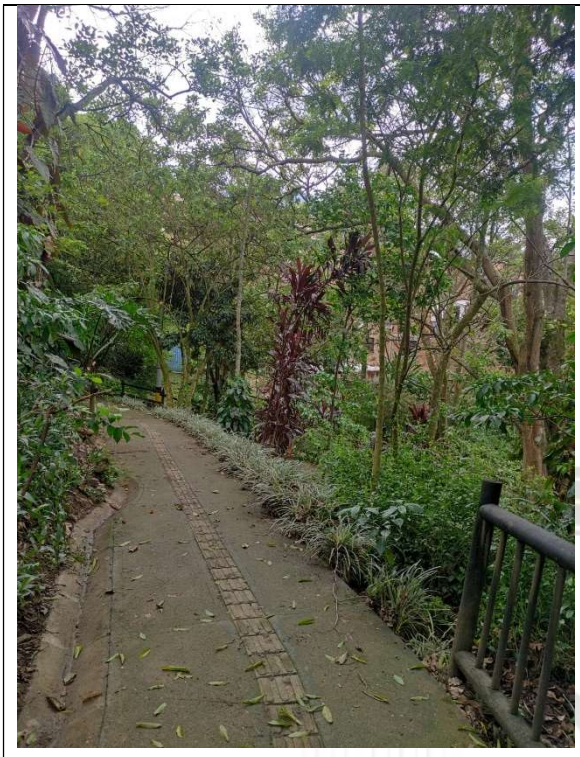
4.5. Topografía y geomorfología

De acuerdo con las visitas realizadas por los profesionales de DV Consultoría S.A.S., las condiciones topográficas y geomorfológicas de la UMI se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Morfología local de la UMI.

FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN

	*La zona donde se ubicará el punto limpio presenta una morfología plana, de pendientes bajas, modelada en Llenos Heterogéneos de materiales variables.*
	*La parte media de la UMI presenta una pendiente media-alta, modeladas entre Llenos y Depósitos.*

	*Se observa la zona de estudio con senderos peatonales en medio de la ladera. Las pendientes son medias.*
	*La zona W de la UMI muestra pendientes media altas, aparentemente con una cicatriz antigua de un movimiento en masa, ocurrido antes del 2005. Sigue modelado en Llenos Heterogéneos.*

	*En la zona Sur de la UMI se observa un talud y una zona plana donde se ubica el parque. Se observan cunetas en la corona del talud. En esta zona se encontró el nivel freático a 7.5m.*

Elaboración propia

Aunque se observan zonas planas y laderas aparentemente onduladas, las perforaciones mostraron Llenos en todo el sector de hasta 7.5m posiblemente siguiendo la pendiente del terreno natural. Como unidad morfológica local única se denomina ***Rellenos de Escombros.***

4.6. Morfometría

Tal como lo presenta el Plano de elevación digital y el de Pendientes realizado a partir del levantamiento altiplanimétrico de la UMI. Con miras a obtener una visión más general de las pendientes en la zona del polígono y de sus alrededores, se realizó sobre la topografía de la zona de estudio, el plano de pendientes, el cual se elaboró con los siguientes rangos: ver Figura 9.

Tabla 5. Rangos de Pendientes

Inclinación (°)	**Descripción**	**Características del material y comportamiento**

< 5°	Plana	Muy blanda y Muy baja susceptibilidad a FRM.
5° - 10°	Inclinada	Blanda y baja FRM.
10° - 15°	Muy Inclinada	Moderadamente Blanda y Moderada susceptibilidad a FRM
15° - 20°	Abrupta	Moderadamente Resistente y Moderada susceptibilidad a FRM.
20° - 30°	Muy abrupta	Resistente y Alta susceptibilidad a FRM.
30° - 45°	Escarpada	Muy Resistente y Alta susceptibilidad a FRM.
> 45°	Muy Escarpada	Extremadamente Resistente y Alta susceptibilidad a FRM.

En cuanto a la morfometría la mayoría de zonas del lote presenta pendiente que van desde inclinadas a muy abruptas, las áreas con mayores pendientes se encuentran hacia el centro de la UMI. La zona donde se plantea el punto limpio presente una morfología plana modelada por Lleno Heterogéneos.

Se presenta el DEM de la zona de estudio donde se observa el relieve, y el mapa de pendientes.

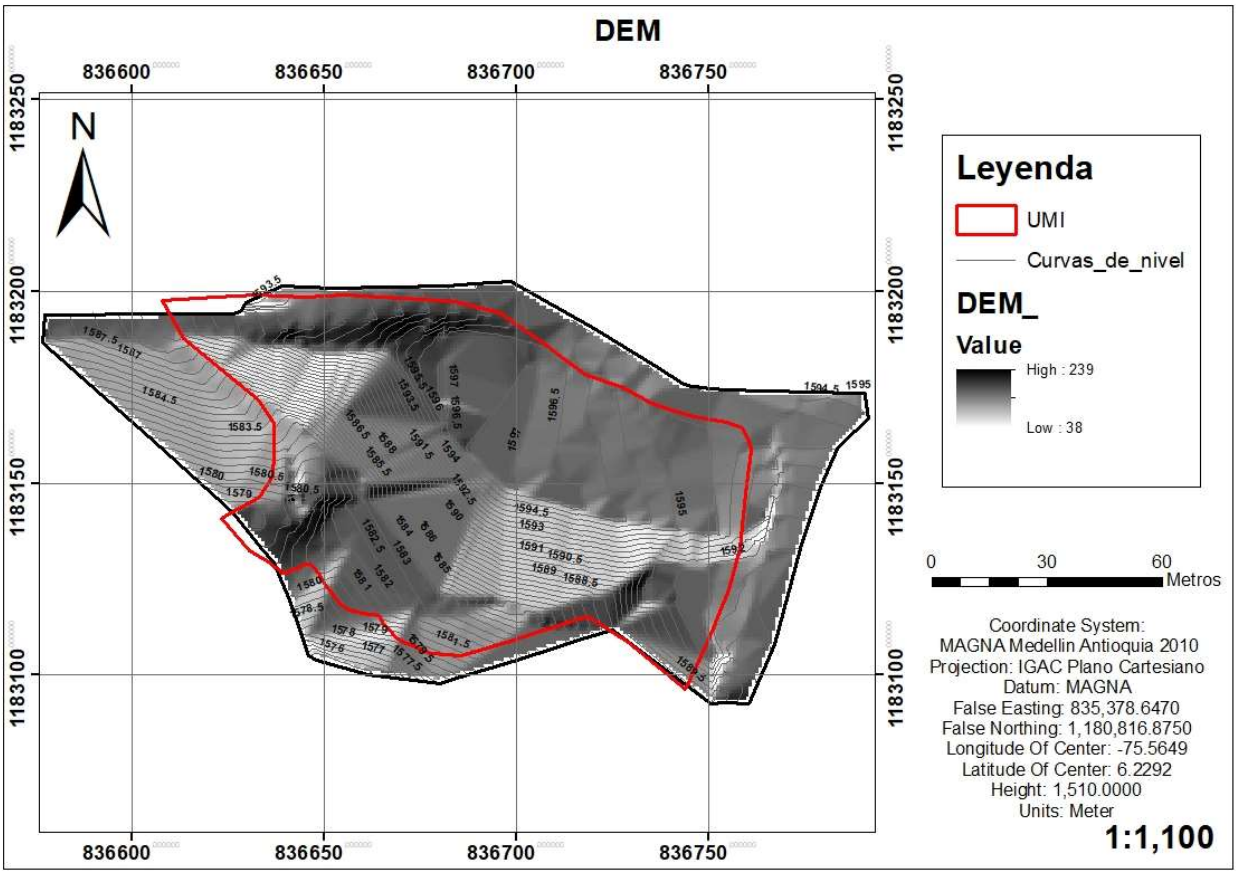


Figura 8. Mapa de sombras.

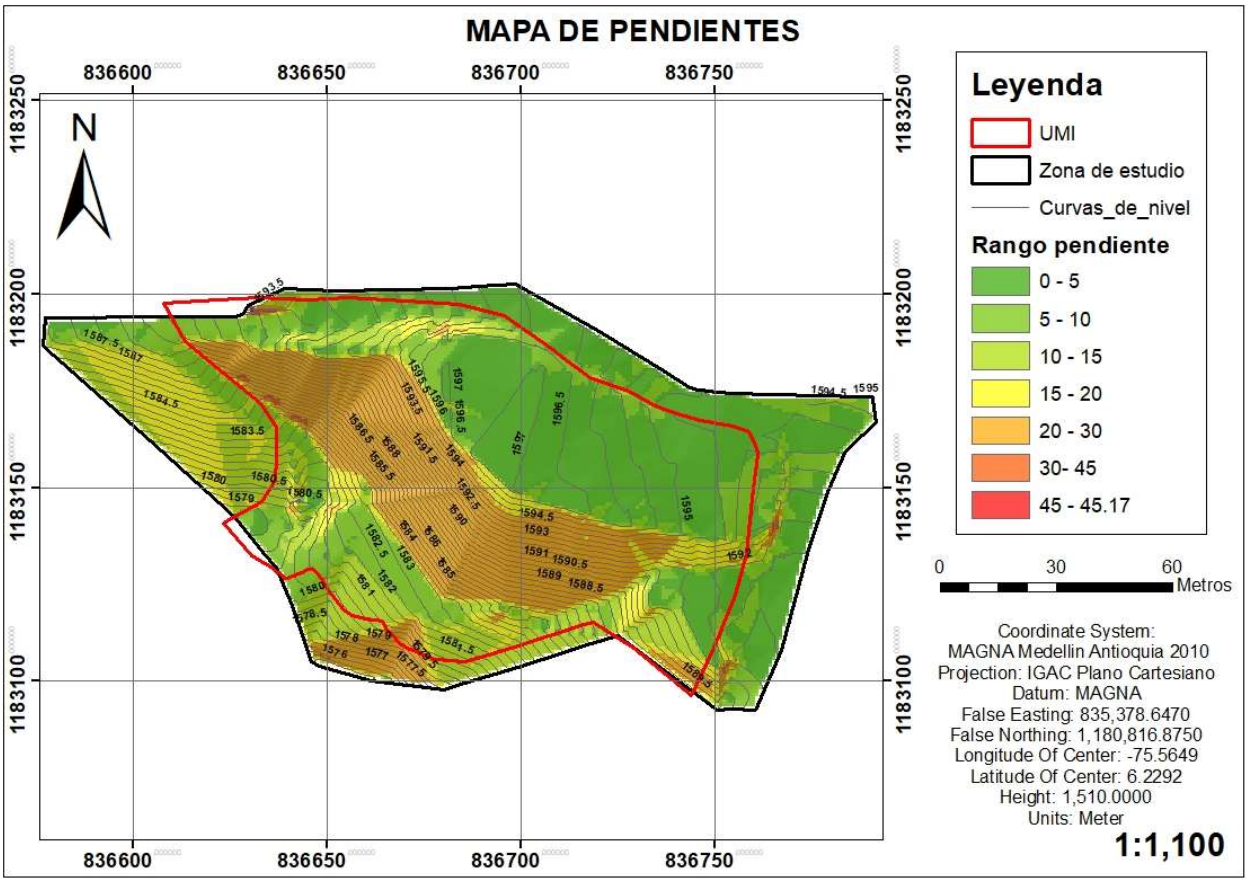


Figura 9. Mapa de pendientes

4.7. Procesos Morfodinámicos

En la zona de estudio se identificaron procesos inactivos, como movimientos en masa el cual fue determinado por medio de las curvas de nivel, y las visitas a campo, también es importante resaltar que la zona se caracteriza por la presencia de un lleno heterogéneo que un espesor aproximado de 7.45 m, además en la zona se observan algunas escorrentías que bordean la UMI. En el siguiente mapa se observa las zonas donde se presentan los procesos. El proceso encontrado corresponde a una cicatriz.

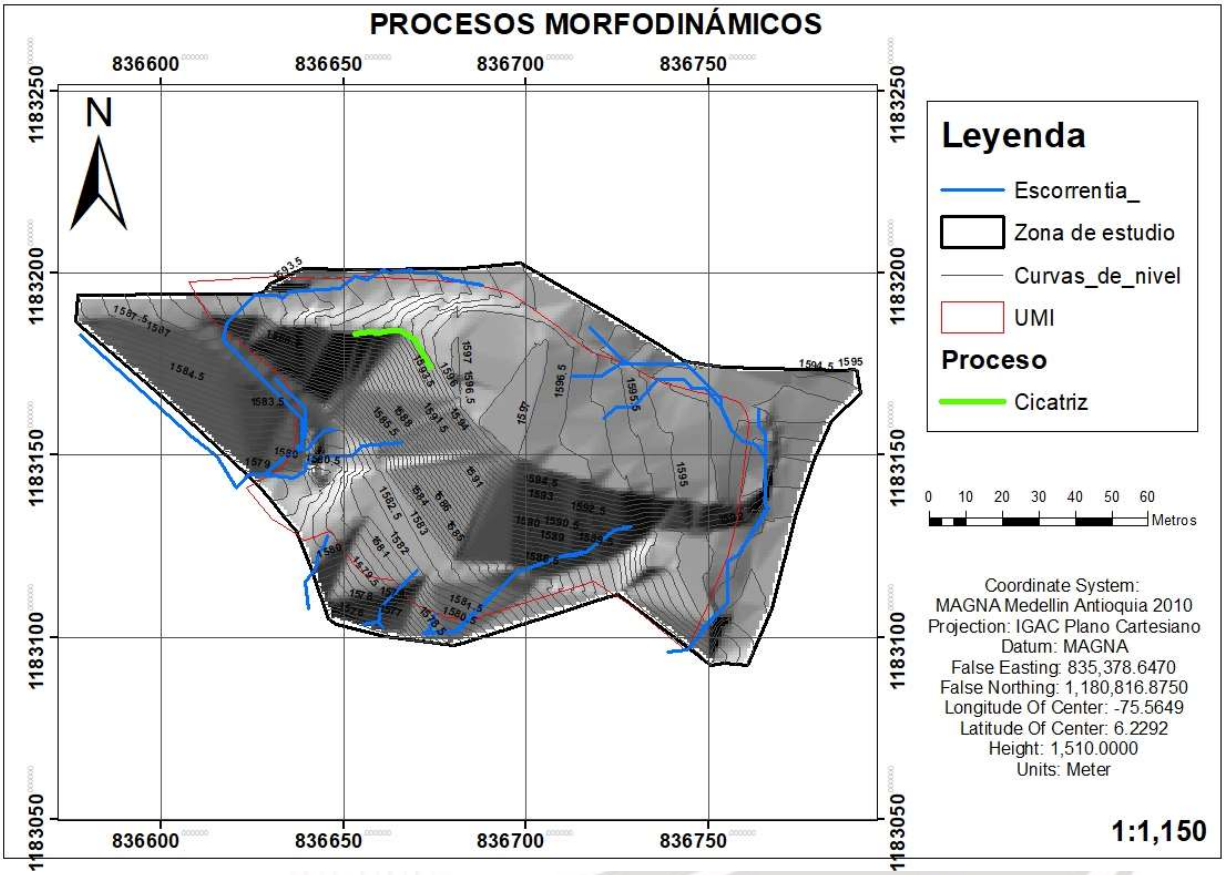


Figura 10. Procesos morfodinámicos.

4.8. Escorrentía

Se presenta un mapa de escorrentías superficiales donde se observan las trayectorias de las aguas de escorrentía de la UMI las cuales indican las zonas donde se deben proyectar los drenajes superficiales. Se observaron principalmente sobre las vías y en las laderas de mayor pendiente, y que van hacia zonas más planas.

A continuación, se presenta el mapa donde se proyectaron las Escorrentías que se realizó en el software ArcGIS con la herramienta Hidrology.



Figura 11. Mapa de escorrentía.

4.9. Hidrogeología

Se proyecta la hidrogeología de acuerdo con el nivel freático encontrado en la exploración directa. En la única perforación que se encontró nivel freático fue en la perforación P5, por lo que se infiere que el flujo subterráneo va NE-SW.

Se presenta un mapa con una aproximación teniendo en cuenta que el nivel freático en la mayoría de perforaciones no se detectó.

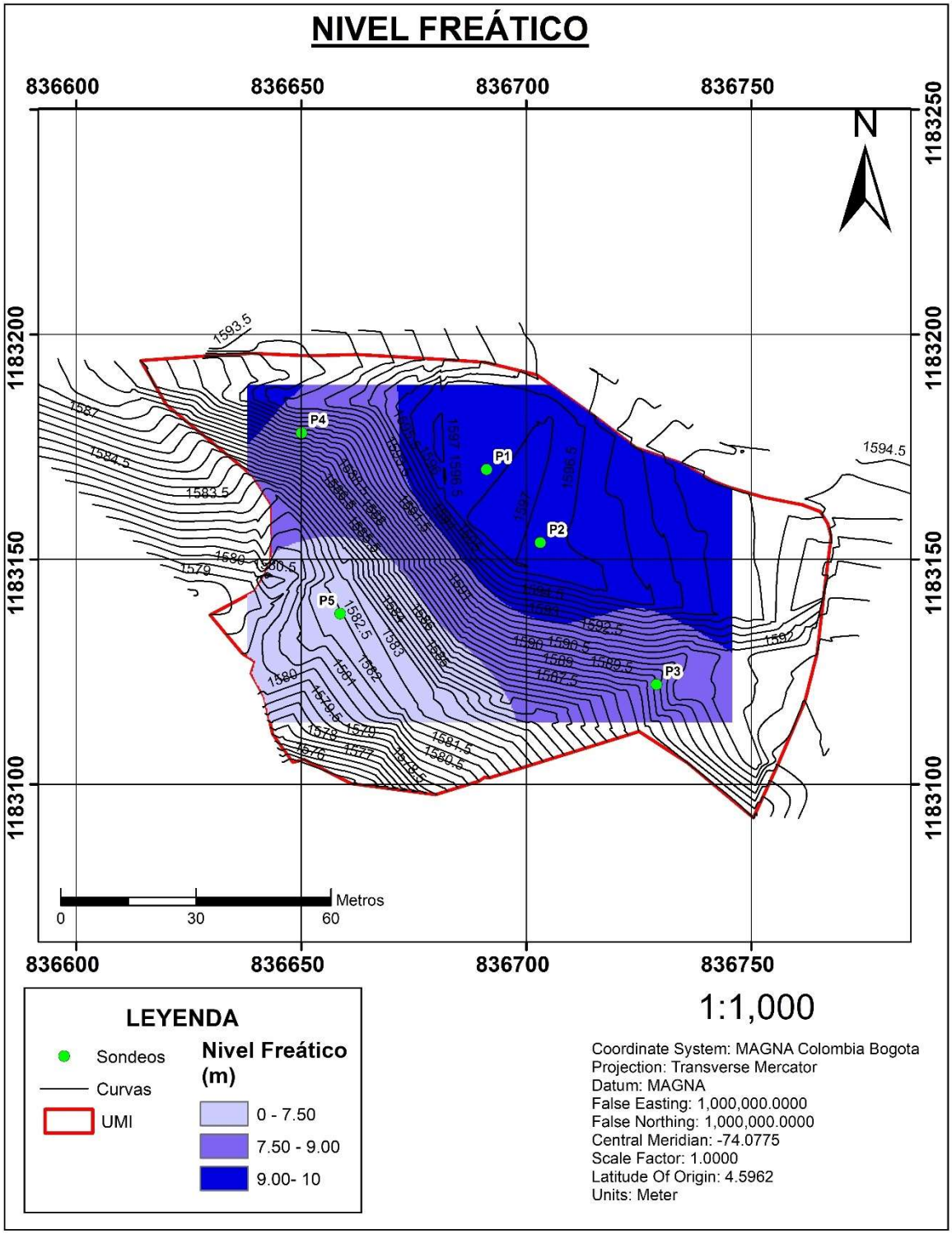


Figura 12. Mapa de análisis del nivel freático.

4.10. Análisis Multitemporal

Estudiar un área durante un período amplio de tiempo, permite establecer unos parámetros base para dicha área, donde entre mayor sea el período abarcado es mejor, ya que permite identificar como las características del terreno han cambiado y en algunos casos determinar causas o fechas de modificaciones importantes.

Para realizar este análisis se realizó la interpretación de imágenes en Google Earth comparadas con la situación actual encontrada.

Tabla 6: Análisis Multitemporal

Año	Fuente	Interpretación
2005	Imagen Google Earth (25 Julio 2005)	En el año 2005 se observa menor cobertura arbórea, muy posiblemente empieza la construcción del parque Morgan. Se observa en la zona superior al parecer un acopio de basuras. 
2011	Imagen Google	Se observa mayor cobertura arbórea y la misma zona que al parecer era un punto de acopio de basuras.

	Earth (1 de Septiembre de 2011)	
2014	Imagen Google Earth (6 de Noviembre del 2014)	Se observa intervención en la zona, senderos peatonales, muy posiblemente para la adecuación del parque Morgan. 

2018	Imagen Google Earth (24 de Enero de 2018)	Se observa de nuevo más cobertura arbórea en la zona de estudio, y la misma zona que posiblemente seguía funcionando como acopio de basuras. 
2022	Imagen Google Earth (19 de Diciembre de 2022)	Se observa cobertura arbórea en toda la zona de estudio, posiblemente el punto que servía de acopio de basuras dejó de funcionar. 

Fuente: Elaboración propia.

El análisis multitemporal muestra principalmente cambios en la cobertura arbórea de la zona, el desarrollo de senderos peatonales y el abandono del posible punto de acopio de basuras.

5. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para la correcta caracterización de los materiales que conforman el área de estudio, se realizaron cinco (5) perforaciones con taladro mecánico por los sistemas de percusión y lavado para el avance en suelo con profundidades de hasta 8.00 metros, de los cuales se obtuvieron muestras inalteradas con tubo Shelby y muestras alteradas tomadas con el muestreador de cuchara partida para la ejecución de ensayos de laboratorio, con el fin de determinar las propiedades índices y mecánicas, junto con la realización del ensayo de Penetración Estándar por cada metro de avance de la perforación.

En total se realizaron 36.0 metros lineales de perforación mecánica para la ejecución de ensayos de propiedades índice y la caracterización del material en profundidad.

Todas las muestras de suelo recuperadas durante la ejecución de los sondeos en la etapa de exploración de campo, fueron debidamente empacadas y referenciadas para ser trasladadas al laboratorio de suelos de ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.***, en Medellín, donde se sometieron a los ensayos correspondientes.

Las muestras tomadas permanecerán en el laboratorio de ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.*** durante un mes a partir de la fecha de entrega del informe; si durante este tiempo no se recibe ninguna instrucción sobre el uso que a las muestras deba dárseles, ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.*** dispondrá de ellas de la manera que considere más conveniente.

En la Tabla 7 se relacionan los sondeos ejecutados, con la profundidad de exploración y sus coordenadas.

Tabla 7. Relación del programa de exploración ejecutado.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	Nivel Freático [m]	Coordenada X	Coordenada Y
P1	6.45	No presentó	836,691.16	1,183,169.95
P2	7.45	No presentó	836,703.11	1,183,153.69
P3	7.45	No presentó	836,728.92	1,183,122.15
P4	4.45	No presentó	836,650.05	1,183,178.07
P5	7.45	7.45	836,658.66	1,183,137.92
P6 verificación	11.0	No presentó	836,658.66	1,183,137.92
TOTAL	44.25			

En la Figura 13 se presenta la ubicación de los sondeos realizados en el lote de interés.



Figura 13. Ubicación de los sondeos sobre la planta del lote en estudio.

En el Anexo 1 se pueden revisar los registros de perforación donde se presentan las columnas estratigráficas correspondientes a cada perforación realizada, con la descripción de cada uno de los estratos encontrados, la localización de las muestras tomadas, la posición del nivel freático en los sitios donde éste se encontró y un resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados.

6. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

Con el fin de realizar los ensayos necesarios para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo investigado, las muestras recuperadas fueron llevadas al laboratorio de suelos de ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.***, en Medellín, en donde se efectuó la descripción de las muestras desde el punto de vista geológico y de propiedades índices tales como forma, color, humedad y consistencia del material, mediante un examen visual con base en la norma I.N.V. E – 102.

En el Anexo 2 del presente informe se presenta una descripción detallada de cada una de las muestras encontradas en todas las perforaciones, así como un registro fotográfico de las mismas.

Se eligieron las muestras más representativas para determinarles el contenido de humedad natural y realizarles los ensayos de granulometría y límites de consistencia con el fin de obtener su clasificación con base en el Sistema de Clasificación Unificada (USC) y AASHTO (American Association of State Highway Officials).

En el Anexo 3 de este informe se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras recuperadas.

En la Tabla 8 se presentan los ensayos realizados sobre las muestras seleccionadas para su caracterización.

Tabla 8. Ensayos realizados sobre las muestras seleccionadas en la descripción visual.

TIPO DE ENSAYO	NORMA INV	CANTIDAD
Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo	INV – E – 122	26
Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos	INV – E – 123	26
Determinación del Límite Líquido de los suelos	INV – E – 125	26
Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos	INV – E – 126	26
Corte directo –Consolidado no drenado CU	-	2

6.1. Propiedades índice y físico mecánicas de los suelos

Con base en los sondeos realizados, y junto con la información obtenida de los ensayos de laboratorio, se concluye que la zona en general presenta una estratigrafía muy uniforme la cual se puede expresar de la siguiente manera:

- ✓ **Lleno heterogéneo de 0.00 a 7.45 m:** Materiales limo arcillosos, de tonalidades pardas y grises, de plasticidad alta y humedad media alta, con presencia de micas, materia orgánica, y raíces.

En la Tabla 9 se presenta el resumen de los resultados de laboratorio ejecutados para la caracterización físico- mecánica de las muestras representativas de cada estrato identificado.

Tabla 9. Resultados de las propiedades índice más representativas para el nivel de suelo identificado

ESTRATO	SONDEO	MUESTRA	PROF (m)	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	% GRAVA	% ARENAS	% FINOS	CLASIFICACION	
										U.S.C.S.	AASHTO
LLENO HETEROGÉNEO	P1	M1	1.45	31	38	3	10.2	23.8	66	ML	A-5
		M2	2.45	29	58	9	15.2	36.1	48.6	MH	A-5
		M3	3.45	48	NL	NP	25.8	58.9	15.3	SW	A-1-B
		M4	4.45	35	NL	NP	10.9	37.5	51.7	SW	A-1-B
		M6	6.45	38	52	9	14	21.9	64	ML	A-5
	P2	M1	1.45	21	NL	NP	19.6	46.1	34.3	ML	A-1-B
		M2	2.45	25	NL	NP	15.6	36.6	47.7	ML	A-1-B
		M3	3.45	21	NL	NP	23.5	36.8	39.7	SW	A-1-B
		M5	5.45	23	NL	NP	10.1	56.1	33.6	SW	A-1-B
		M6	6.45	27	NL	NP	12.6	44.3	43.1	SW	A-1-B
		M7	7.45	33	62	13	5.9	37.4	56.7	OH	A-7-6
	P3	M1	1.45	23	NL	NP	10	39	50.9	SW	A-1-B
		M2	2.45	20	NL	NP	8.9	34.8	56.2	SW	A-1-B
		M4	4.45	22	NL	NP	25.1	28.8	46	SW	A-1-B
		M5	5.45	31	39	7	17.3	41.5	41.2	ML	A-5
		M6	6.45	26	71	18	22	31	46.4	SW-SM	A-7-6
		M7	7.45	41	71	18	1.2	35.3	63.5	MH	A-7-6
	P4	M1	1.45	23	NL	NP	22	39	38.8	ML	A-1-B
		M2	2.45	26	NL	NP	4.8	43.5	51.7	ML	A-1-B
		M4	4.45	24	NL	NP	4	49.8	41.2	SW	A-1-B
	P5	M1	1.45	25	NL	NP	24.3	36.3	39.2	ML	A-1-B
		M2	2.45	30	50	11	10.9	45	44	ML	A-7-6
		M3	3.45	28	40	11	7.5	26.6	65.9	ML	A-6
		M5	5.45	35	57	10	9.6	38.3	52.1	GM	A-2-5
		M6	6.45	27	49	8	22.4	38.6	39.1	GC	A-5
		M7	7.45	37	NL	NP	2.6	45	52.4	SW	A-1-B

En la Figura 14 se observan las curvas granulométricas obtenidas a partir de los ensayos ejecutados sobre las muestras, según la norma de ensayo INV E – 123 –

13: “Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos”. Se observa que para el material denominado como *Lleno Heterogéneo,* se compone por partículas variadas entre finos y arenas, ya que el promedio del porcentaje de arenas presentado es de 38.6% y el promedio del porcentaje de finos presentado es de 48.4%.

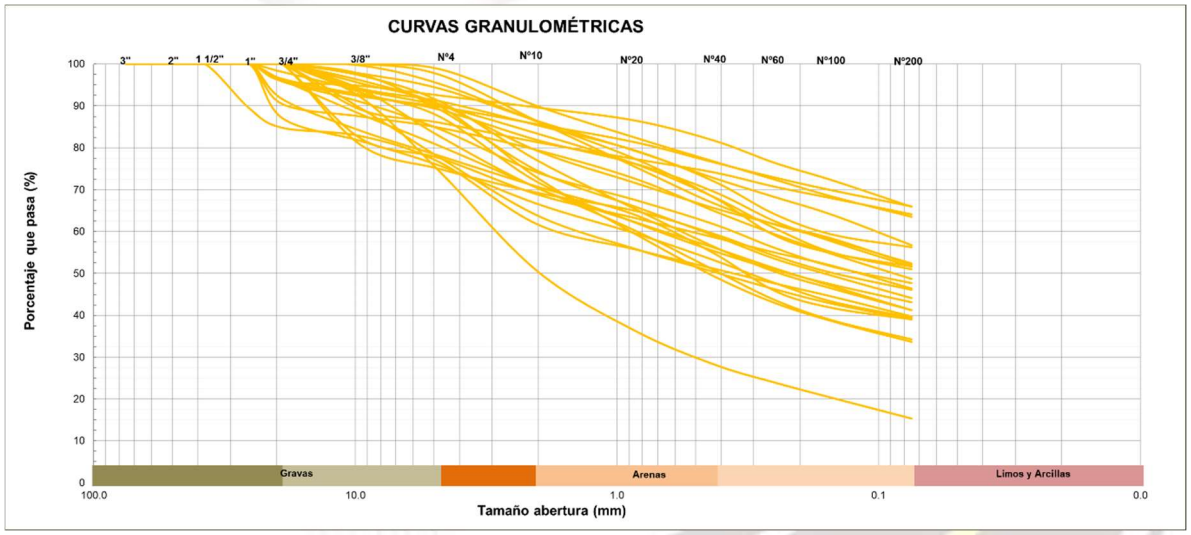


Figura 14. Curvas granulométricas de las muestras ensayadas

A partir de la fracción fina de los materiales pasantes del Tamiz Nº 40, es posible ejecutar los ensayos de plasticidad de los suelos, INV E – 125 – 13: “Determinación del Límite Líquido de los suelos” e INV E – 126 – 13: “Límite Plástico e Índice de plasticidad de los suelos”. En general, la fracción fina de los materiales clasifica como limos de alta plasticidad (MH) y arenas limosas (SM) Esta clasificación se llevó a cabo mediante la carta de plasticidad de Casagrande, como se muestra en el esquema de la Figura 15.

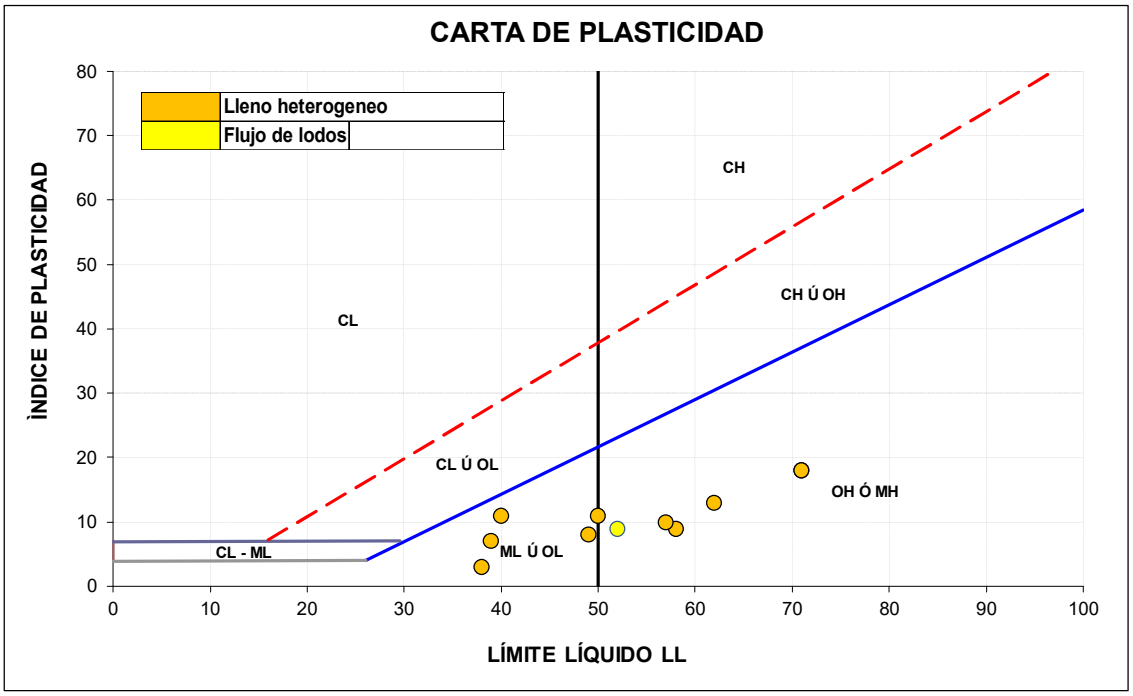


Figura 15. Carta de plasticidad de Casagrande

En la Figura 16 se observa la variación de la resistencia de los estratos con la profundidad, de acuerdo al número de golpes del ensayo SPT, para cada metro perforado. En general, para el lleno heterogéneo se presentan un comportamiento de relación directamente proporcional entre el aumento de la profundidad y la resistencia a la penetración, registrando un número de golpes promedio aproximadamente de 19 golpes/pie. El ensayo fue ejecutado según los procedimientos descritos en la norma de ensayo INV E – 111 – 13: “Ensayo normal de penetración (SPT)”.

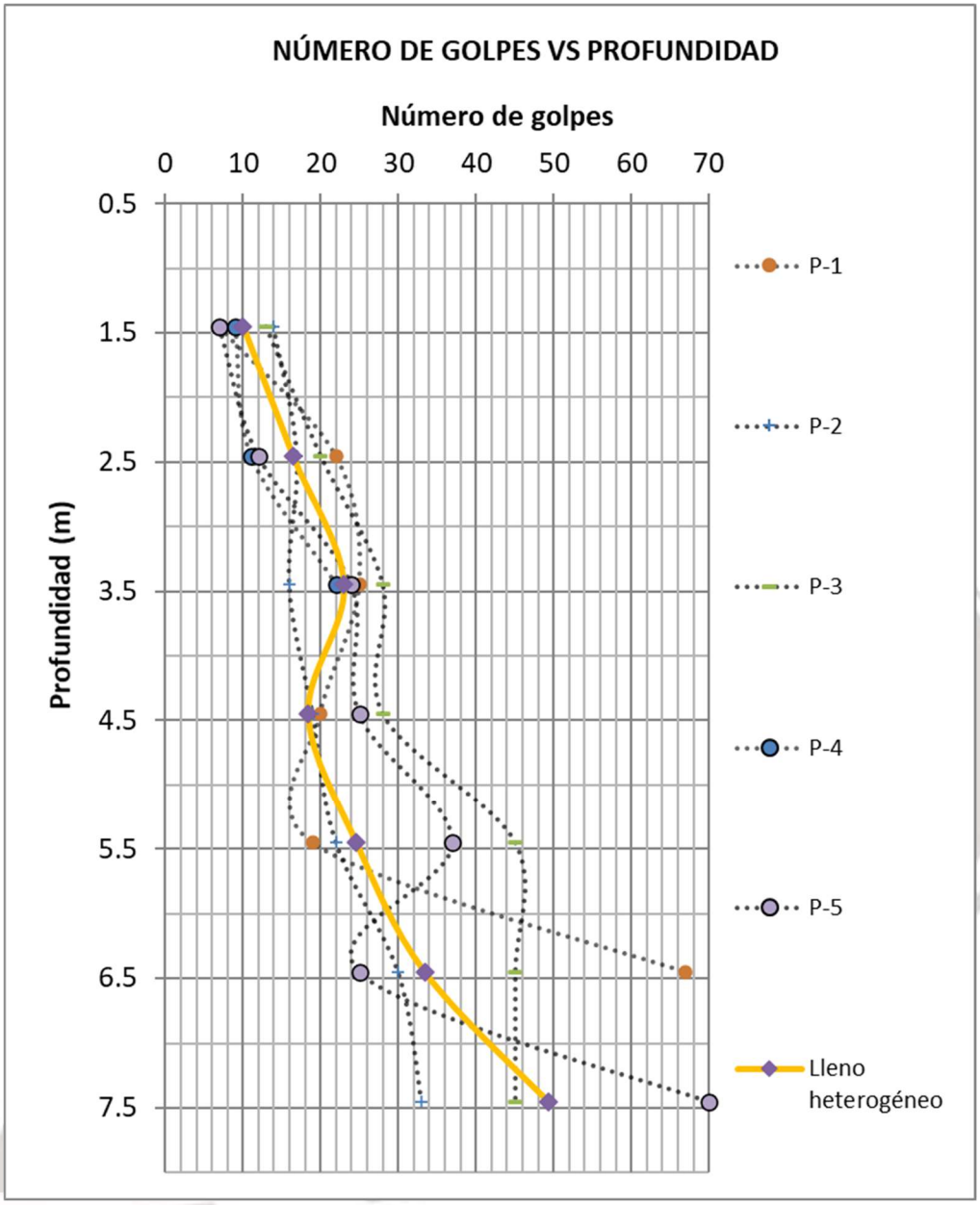


Figura 16. Variación del número de golpes obtenido del ensayo SPT con la profundidad

En la Figura 17 se logra apreciar la variación del contenido de humedad con la profundidad para las cinco perforaciones, como también los límites líquidos y plásticos de cada una de las muestras ensayadas con el fin de estimar el índice de liquidez de los estratos explorados en este caso el índice liquidez presentado para todas las muestras es menor que 1, lo que indica fractura rígida al ser sometido a

corte porque el límite plástico es superior a la humedad del material. Los materiales en el momento de la exploración presentaban humedades con valores entre el 55% y 25% y con porcentajes lejanos al límite líquido para las muestras ensayadas en las perforaciones, dando indicios de estar en estado plástico.

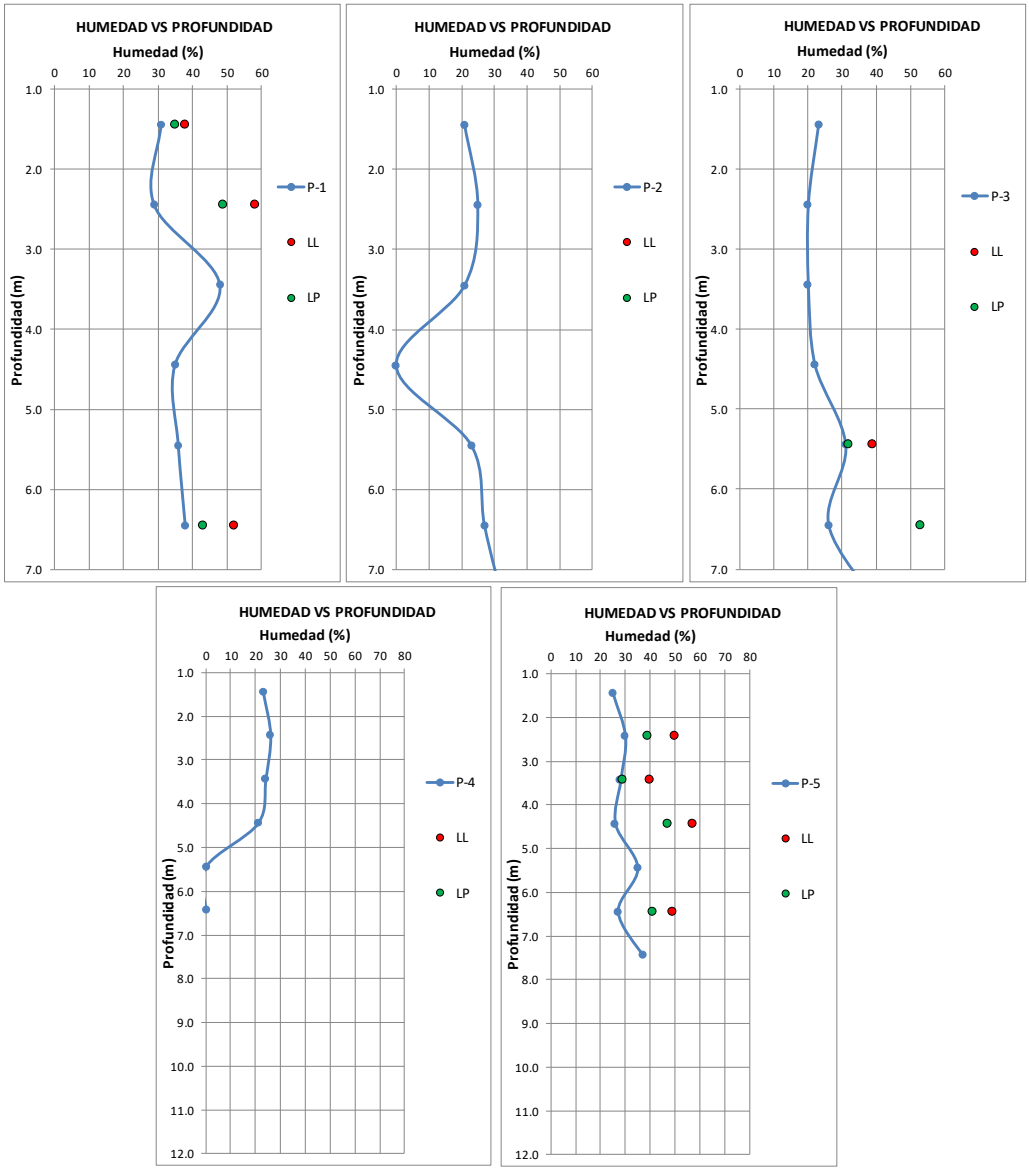


Figura 17. Variación de la humedad con la profundidad

7. Parámetros del suelo

Para la determinación de los parámetros de resistencia del suelo se realizaron tanto por medición directa a través de ensayos de laboratorio, así como correlaciones existentes y avaladas en el medio para ciertos tipos de suelos,

Se ejecutaron para la caracterización geomecánica en el laboratorio de ***D.V. CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.S.*** para el punto limpio:

- Dos (2) ensayos de corte directo modalidad- Consolidado no drenado (CU)

Adicionalmente, se realizó la estimación de parámetros con base en correlaciones y formulaciones empíricas mundialmente aceptadas.

7.1. Ensayo de corte directo

La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. Para conocer una de estas resistencias en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de ella se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento (Pv) y luego una carga horizontal (Ph) creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra.

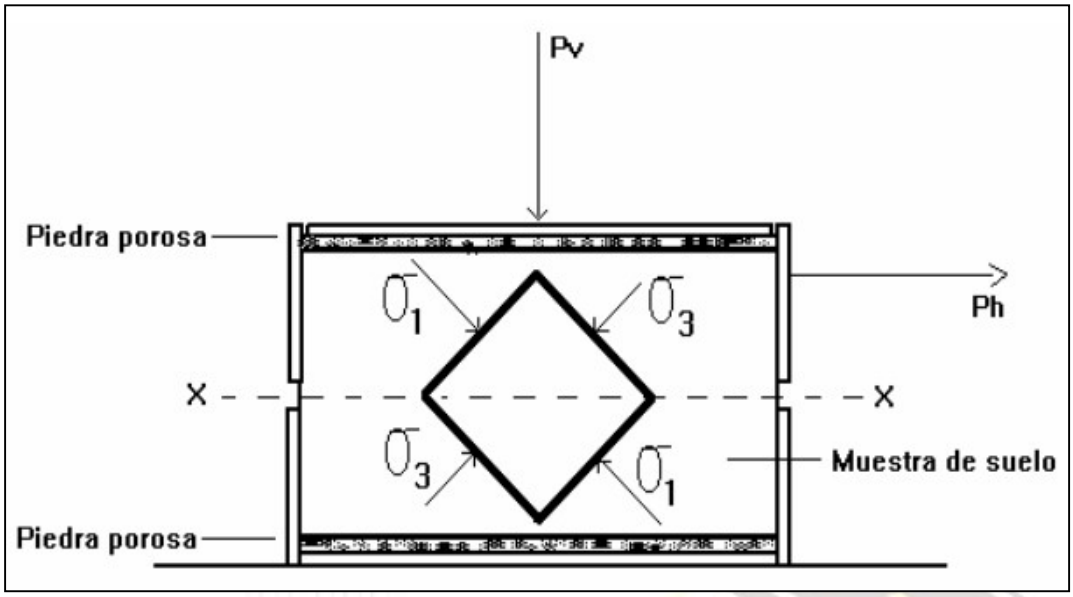


Figura 18. Esquema del aparato del corte directo

El ensayo induce la falla a través de un plano determinado. Sobre este plano de falla actúan dos esfuerzos:

- Un esfuerzo normal (σn), aplicado externamente debido a la carga vertical (Pv).
- Un esfuerzo cortante (τ), debido a la aplicación de la carga horizontal.

Ensayo consolidado no drenado (CU): En este ensayo se permite que la muestra drene o se consolide durante la aplicación de la carga vertical, de modo que en el momento de aplicar el esfuerzo de corte las presiones intersticiales sean nulas, pero no durante la aplicación del esfuerzo cortante. La tensión de corte es rápida para que la presión de poros no pueda disiparse en el transcurso del ensayo. Estos ensayos no se usan en suelos permeables y es necesario medir el movimiento vertical durante la consolidación (drenaje) para saber cuándo se producido por completo.

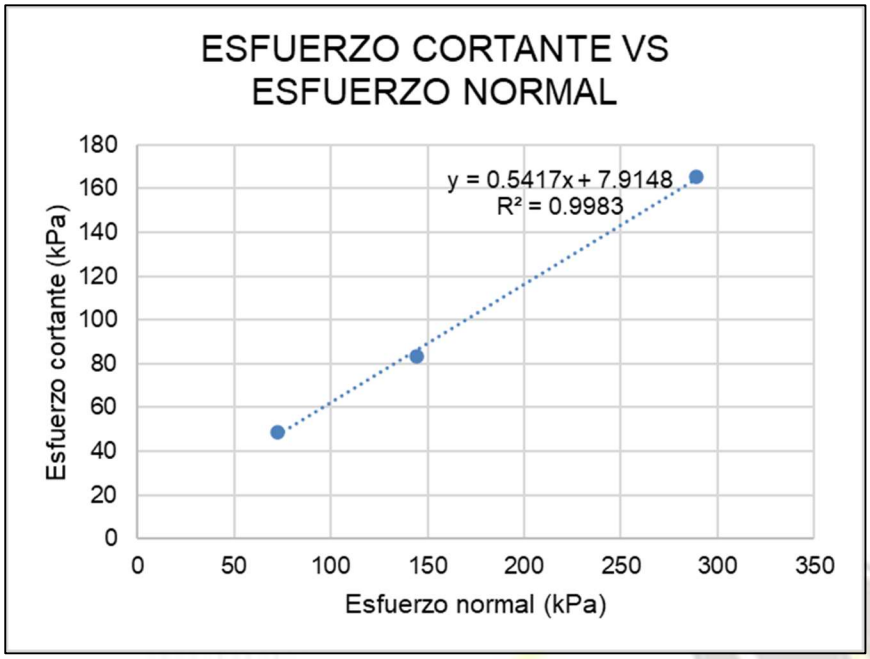


Figura 19. Gráfico Esfuerzo Normal- Esfuerzo Cortante ensayo corte directo CU, P1-M5

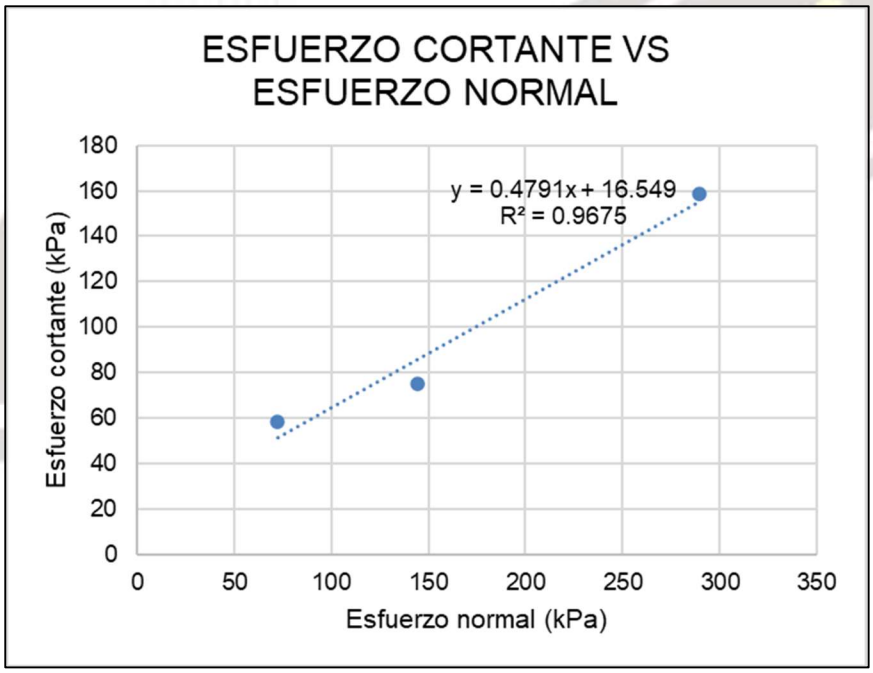


Figura 20. Gráfico Esfuerzo Normal- Esfuerzo Cortante ensayo corte directo CU, P3-M3

Tabla 10. Parámetros del suelo obtenidos en el ensayo de Corte Directo modalidad CU

Estrato	MUESTRA	γ (KN/m^3)	C (KN/m^2)	Phi (º)
Lleno heterogéneo	P1-M5	19.12	7.91	28.44
Lleno heterogéneo	P3-M3	19.02	16.55	25.60

7.2. Método De Álvaro González

La determinación de los parámetros de resistencia del suelo se realizó mediante una correlación existente en la literatura técnica, que permite determinar los valores del ángulo de fricción de los suelos grueso granulares; se presenta un método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia c' y Φ', mediante el empleo de los datos de SPT (N en golpes/pie). Aunque el método provee valores estimados, se obtienen resultados razonables útiles iniciales, especialmente para materiales granulares o intermedios, siendo menos aproximados para materiales cohesivos.

Con base en el número de golpes de los últimos 0,30 m de cada ensayo y en conjunto con la clasificación del material es posible establecer una primera aproximación al comportamiento mecánico del material.

Teniendo en cuenta que este estudio se basa en la metodología de González (1999), se consideraron al igual que en ese artículo que los factores $\eta 2 = \eta 3 = \eta 4 = 1$ y solamente se tendrán en cuenta los factores Cn y $\eta 1$.

Para el cálculo del factor de corrección por confinamiento (Cn), basándose en el análisis realizado por González (1999), se utilizó la ecuación que se acerca más al promedio de las propuestas más destacadas para calcular este parámetro (Peck, Seed, Meyerhof-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Seeed-Idriss, González y Schmertmann), expresión que corresponde a la de Seed-Idriss que se presenta a continuación:

Seed-Idriss (Marcuson) [Tomada de González (1999)]

$$C_n = 1 - klog(R_s) \qquad \begin{cases} k = 1{,}41 & si\ R_s < 1 \\ k = 0{,}92 & si\ R_s \geq 1 \end{cases} \qquad R_s = \frac{\sigma_v'}{P_a}$$

Cabe aclarar que como criterio propio fue limitado Cn a un valor máximo de 1,2.

Una vez calculado el N1 se procede a calcular el $(N_1)_{60}$, el cual considera la corrección por energía de la siguiente manera:

$$(N_1)_{60} = N_1 \frac{45}{60}$$

Aunque el método provee valores estimados, se obtienen resultados razonables útiles iniciales, especialmente para materiales granulares o intermedios, siendo menos aproximados para materiales cohesivos.

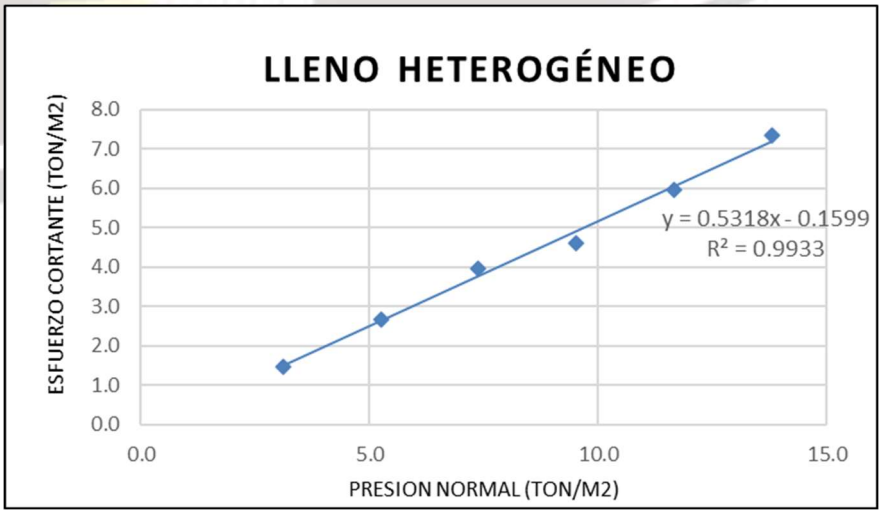


Figura 21. Gráfico por el método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia c´ y φ´

En la Tabla 11 se muestran las gráficas de Esfuerzo Cortante vs. Presión Normal; a partir de la pendiente y el intercepto de la curva se hallan los parámetros del suelo que se relacionan, el procedimiento se realizó mediante el método de Álvaro González (1999).

Tabla 11. Parámetros de resistencia del suelo según Álvaro González

ESTRATO	Y (KN/m³)	C (kN/m²)	Φ (º)
Lleno heterogéneo	19.02	15.9	28

7.3. Norma DIN - 1055

La Norma DIN-1055 de 1991 es una ayuda de diseño que permite definir, en forma conservativa, rangos de variación de los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, con base en curvas granulométricas y en propiedades índices, para suelos grueso granulares (arenas y gravas) y fino granulares (limos y arcillas) en los que se presentan dificultades para obtener muestras inalteradas.

El procedimiento para la obtención de los parámetros de resistencia del suelo, mediante la aplicación de la Norma DIN es el siguiente:

Suelos finos granulares

A partir de los límites de consistencia y el índice de compacidad, se encuentran los valores para el peso unitario, ángulo de fricción y la cohesión (total y efectiva). Es importante considerar en la selección de los parámetros el efecto que puede generar la meteorización intensa que sufren los suelos en las regiones tropicales, ya que el límite líquido aumenta con el tiempo por la acción del intemperismo.

El Índice de consistencia “Ic” se calcula mediante la fórmula:

$$I_c = \frac{(L_L - w)}{(L_L - L_P)}$$

Tabla 12. Correlaciones para suelos finos granulares según DIN – 1055

Suelo	Descripción	Consistencia (2)	Peso Unitario Húmedo γh kN/m³ (MP/m³)	Peso Unitario Sumergido γ' kN/m³ (MP/m³)	Ángulo de fricción ϕ' (°)	Cohesión efectiva c' kN/m³ (MP/m³)	Cohesión total cu kN/m³ (MP/m³)
1	Suelo inorgánico	blando	18,0 (1,80)	8,0 (0,80)	17,5	0 (0)	15 (1,5)
2	cohesivo muy plástico	firme	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	17,5	10 (1,0)	35 (3,5)
3	(L_L>50%)	semiduro	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	17,5	25 (2,5)	75 (7,5)
4	Suelo inorgánico	blando	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	22,5	0 (0)	5 (0,5)
5	cohesivo medianamente plástico.	firme	19,5 (1,95)	9,5 (0,95)	22,5	5 (0,5)	25 (2,5)
6	(50%≥L_L≥35%)	semiduro	20,5 (2,05)	10,5 (1,05)	22,5	10 (1,0)	60 (6,0)
7	Suelo inorgánico	blando	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	27,5	0 (0)	0 (0)
8	cohesivo ligeramente plásticos	firme	20,5 (2,05)	10,5 (1,05)	27,5	2 (0,2)	15 (1,5)
9	(L_L<35%)	semiduro	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	27,5	5 (0,5)	40 (4,0)
10	Arcilla y limo orgánico,	blando	14,0 (1,40)	4,0 (0,40)	15	0 (0)	10 (1,0)
11		firme	17,0 (1,70)	7,0 (0,70)	15	0 (0)	20 (2,0)
12	Turba normalmente consolidada		11,0 (1,10)	1,0 (0,10)	15	2 (0,2)	10 (1,0)
13	Turba preconsolidada		13,0 (1,30)	3,0 (0,30)	15	5 (0,5)	20 (2,0)
(2) blando: 0,50<Ic≤0,75; medio: 0,75<Ic≤1,00; duro: Ic>1,00							

7.4. Correlación del ángulo de fricción interna del suelo con el valor del índice de plasticidad

El Método de la FHWA según el reporte FHWA IF-02-34 de 2002 que correlaciona el ángulo de fricción interno del suelo con el valor del índice de plasticidad de acuerdo con la Tabla 9, en el estrato denominado relleno antrópico se encontró que el índice de plasticidad se encuentra entre 12,75% con una desviación típica de

3,75, es decir, se presenta un Índice de Plasticidad máximo de 18% y mínimo de 9%, tal como se presente en las siguientes imágenes.

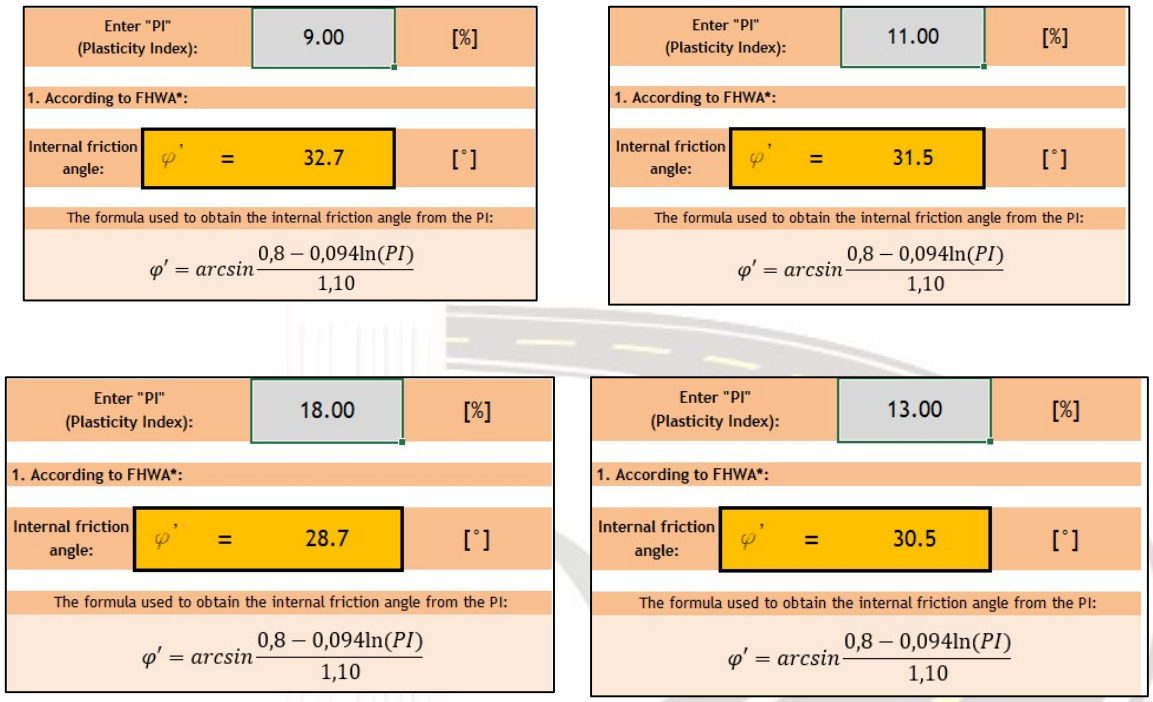


Figura 22. Valores de ángulo de fricción interna de materiales según método sugerido por FHWA

7.5. Parámetros de resistencia de diseño

Luego de la observación de las muestras de suelo obtenidas en las perforaciones, los resultados obtenidos de las correlaciones avaladas por la literatura técnica y estimar parámetros del suelo a partir de ensayos de penetración estándar *SPT*, se determinaron los valores de diseño para los estratos de suelo encontrados que serán utilizados en los análisis de cimentación de las estructuras proyectadas y estabilidad de taludes.

A continuación, el resumen de los parámetros obtenidos en las correlaciones, su promedio ponderado y adicionalmente, dada la naturaleza del material correspondiente a llenos antrópicos, se aplica un factor de reducción parcial ϕr=0,9.

Tabla 13. Resumen de parámetros de resistencia al corte del suelo estimados

Ensayo/método	MUESTRA	PROF. (m)	Y_m (kN/m³)	C (kN/m²)	Φ (º)
Corte directo CU	P1-M5		19.12	7.9	28.44
	P3-M3		19.02	16.55	25.6
Método Álvaro González	--	--	19,02	15.9	28
Norma DIN - 1055	--	--	20	0	27.5
FHWA IF-02-34	--	--		0	28.7
Promedio			19.56	8.07	27.65
Factor de reducción (ϕr):		0.9	17.604	7.263	24.88

Tabla 14. Parámetros de resistencia al corte del suelo de diseño

Nombre de estrato	Peso unitario (kN/m³)	Modelo de análisis	Cohesión (kN/m²)	Angulo de fricción φ
Relleno antrópico	17.6	Mohr-Coulomb	7.26	24.88

El valor del peso unitario corresponde al valor más representativo de estimado y que corresponde a los resultados de los ensayos de corte directo, si bien es cierto que el valor del intercepto cohesivo presenta cantidades mayores a los 10 kPa de acuerdo con las correlaciones, se estima un valor no mayor a 8 kPa, dada la naturaleza mayormente friccionante de los materiales y a que el subsuelo recibiría cambios de humedad afectando directamente el componente cementante de los geomateriales. Tanto el valor de peso unitario como el de ángulo de fricción concuerda con el promedio aritmético de los diversos parámetros calculados que fueron afectados por un factor de reducción dada la naturaleza del material, se considera que los valores seleccionados expresan representatividad al lote objeto de estudio.

8. Diseño Sismorresistente

De acuerdo con las clasificaciones que establece el Código Colombiano para Construcción de Edificaciones Sismo Resistentes NSR – 10, el suelo en la zona del proyecto se puede definir de la siguiente manera:

Tabla 15. Parámetros para el diseño sismo resistente

REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISITENTE	
Municipio	Medellín
Zona de amenaza sísmica	Intermedia
Aa (aceleración horizontal pico efectiva)	0.15
Av (velocidad horizontal pico efectiva)	0.20
N (número medio de golpes)	20
Tipo de Perfil de suelo	D
Fa (Factor de amplificación para periodos cortos)	1.5
Fv (Factor de amplificación para periodos intermedios)	2.0
Grupo de uso	I
Coeficiente de importancia	1.00

9. Nivel freático

El nivel freático corresponde a la línea de presión de poros igual a cero que sirve de frontera entre un medio saturado y uno no saturado. Durante la época en que se realizó la exploración en campo se reportó niveles freáticos en una perforación correspondiente a P5 localizada en el nivel más inferior de la zona de estudio, por ende, la construcción de las estructuras podrá ejecutarse en condiciones secas a nivel del subsuelo.

Tabla 16. Nivel freático

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	Nivel Freático [m]
P5	7.45	7.45

10. Evaluación de suelos expansivos, colapsables y licuación

10.1. evaluación de potencial de expansión

A través de la medida de ciertas propiedades básicas y sencillas de los suelos se puede determinar el grado del potencial expansivo del suelo. Las propiedades a determinar son:

• Límite líquido y Límite Plástico
• Límite de contracción
• Contenido de coloides
• Expansión libre del suelo

Estos métodos tienen la ventaja de su fácil realización y de equipamiento disponible en todos los laboratorios. La desventaja es que no se cuantifica la expansión, sino que cualitativamente se establecen categorías de grados del potencial expansivo.

Límite Líquido e índice de plasticidad

Investigadores como Seed, Woodward y Lundgren demostraron que las características plásticas de los suelos pueden ser usados como un indicador primario de las características expansivas de las arcillas. Es natural pensar en una relación como la antes mencionada ya que ambas dependen en la cantidad de agua que una arcilla absorbe. La relación entre las características plásticas y el hinchamiento de los suelos puede establecerse como:

Tabla 17. Parámetros determinar potencial de expansión según NSR-10

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20

Tabla 18. Resumen clasificación de suelos

ESTRATO	SONDEO	MUESTRA	PROF (m)	W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	% GRAVA	% ARENAS	% FINOS	CLASIFICACION	
										U.S.C.S.	AASHTO
LLENO HETEROGÉNEO	P1	M1	1.45	31	38	3	10.2	23.8	66	ML	A-5
		M2	2.45	29	58	9	15.2	36.1	48.6	MH	A-5
		M3	3.45	48	NL	NP	25.8	58.9	15.3	SW	A-1-B
		M4	4.45	35	NL	NP	10.9	37.5	51.7	SW	A-1-B
		M6	6.45	38	52	9	14	21.9	64	ML	A-5
	P2	M1	1.45	21	NL	NP	19.6	46.1	34.3	ML	A-1-B
		M2	2.45	25	NL	NP	15.6	36.6	47.7	ML	A-1-B
		M3	3.45	21	NL	NP	23.5	36.8	39.7	SW	A-1-B
		M5	5.45	23	NL	NP	10.1	56.1	33.6	SW	A-1-B
		M6	6.45	27	NL	NP	12.6	44.3	43.1	SW	A-1-B
		M7	7.45	33	62	13	5.9	37.4	56.7	OH	A-7-6
	P3	M1	1.45	23	NL	NP	10	39	50.9	SW	A-1-B
		M2	2.45	20	NL	NP	8.9	34.8	56.2	SW	A-1-B
		M4	4.45	22	NL	NP	25.1	28.8	46	SW	A-1-B
		M5	5.45	31	39	7	17.3	41.5	41.2	ML	A-5
		M6	6.45	26	71	18	22	31	46.4	SW-SM	A-7-6
		M7	7.45	41	71	18	1.2	35.3	63.5	MH	A-7-6
	P4	M1	1.45	23	NL	NP	22	39	38.8	ML	A-1-B
		M2	2.45	26	NL	NP	4.8	43.5	51.7	ML	A-1-B
		M4	4.45	24	NL	NP	4	49.8	41.2	SW	A-1-B
	P5	M1	1.45	25	NL	NP	24.3	36.3	39.2	ML	A-1-B
		M2	2.45	30	50	11	10.9	45	44	ML	A-7-6
		M3	3.45	28	40	11	7.5	26.6	65.9	ML	A-6
		M5	5.45	35	57	10	9.6	38.3	52.1	GM	A-2-5
		M6	6.45	27	49	8	22.4	38.6	39.1	GC	A-5
		M7	7.45	37	NL	NP	2.6	45	52.4	SW	A-1-B

Teniendo en cuenta los ensayos de clasificación realizados en las muestras obtenidas de la exploración se evidencia una presencia de suelos clasificados según la U.S.C.S como arenas, limos y arcillas de manera intercalada, con plasticidades variables incluso nulas. Dada esta variabilidad y a las condiciones secas del terreno con permeabilidad relativamente alta, se determina que éstos presentan un potencial de expansión bajo.

10.2. Evaluación de suelo colapsable y recomendaciones

10.2.1. Según norma NSR-10

De acuerdo con el título H de la norma NSR-10 numeral H.9.3.1 los suelos colapsables son aquellos depósitos formados por arenas limos, que si bien resisten cargas en su estado seco pueden sufrir pérdidas de su conformación estructural, acompañado por severas reducciones de volumen, son susceptibles a sufrir colapso los suelos aluviales y coluviales (H.9.3.2 NSR-10).

Se identifica la colapsabilidad del suelo de acuerdo con el numeral H.9.3.3, con la siguiente formulación:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + w_\ell}$$

Donde:

γ_{dcrit} Peso unitario crítico

G_s Gravedad específica

γ_w Peso unitario del agua

W_l Límite liquido

Valores típicos de la gravedad específica se podrán determinar de acuerdo a la tabla a continuación (Djoenaidi (1985) Apud Bardet, 1997):

Tabla 19. Valores típicos de la gravedad especifica de los suelos.

Tipo de Suelo		Gravedad específica (G)
Inorgánico	Grava	2,65
	Arena gruesa a media	2,65
	Arena fina (limosa)	2,65
	Loess, polvo de piedra y limo arenoso	2,67
Inorgánico	Arena algo arenosa	2,65
	Limo arenoso	2,66
	Limo	2,67 – 2,70
	Arena arcillosa	2,67
	Limo arcillo arenoso	2,67
	Arcilla arenosa	2,70
	Arcilla limosa	2,75
	Arcilla	2,72 – 2,80
Orgánico	Limos con trazos de materia orgánica	2,30
	Lodos aluviales orgánicos	2,13 – 2,60
	Turba	1,50 – 2,15

Tras la evaluación de los parámetros del suelo, se previenen problemas relacionados con el potencial de colapso de los materiales, sobre en variaciones de humedad.

Tabla 20. Parámetros para el cálculo del índice de colapso

MUESTRA	DENSIDAD SECA γd (Ton/m³)	LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	GRAVEDAD ESPECÍFICA Gs	γ_{dcrit} (kN/m³)	$\gamma_d / \gamma_{dcrit}$
P1-M5	1.76	52	2.65	10.87	1.62
P3-M3	1.76	39	2.65	12.66	1.39

10.2.2. Método según Gibbs (1961)

Un medio sencillo e indicativo de evaluar también el potencial de colapso de un suelo es el criterio de colapsabilidad de Gibbs, según el cual un suelo presenta riesgo de ser colapsable si su densidad seca (ρ_d) es inferior al siguiente cociente:

$$\rho_d < \frac{2.6}{(1 + 0.026 * LL)}$$

Este criterio es más apropiado para suelos con cierta plasticidad, pero puede ser utilizado en otros tipos de suelos para dar una idea cualitativa aproximada de la colapsabilidad de ellos.

Una zona comprende los suelos de baja densidad natural (mayor relación de vacíos), por consiguiente, la humedad de saturación es superior a la humedad en el límite líquido, lo cual produce una disminución en la plasticidad y un mayor asentamiento. Esta zona se denomina “Colapsable”.

La otra, es de alta densidad natural y la humedad de saturación es menor, o podría ser igual, a la humedad en el límite líquido, permaneciendo el suelo en un estado plástico y manteniendo así su resistencia al deslizamiento. Esta zona se denomina “no colapsable”

A partir de la gráfica, se asume riesgo de colapso para un suelo que (en función de su plasticidad y densidad seca) se sitúe por debajo de la curva de Gibbs.

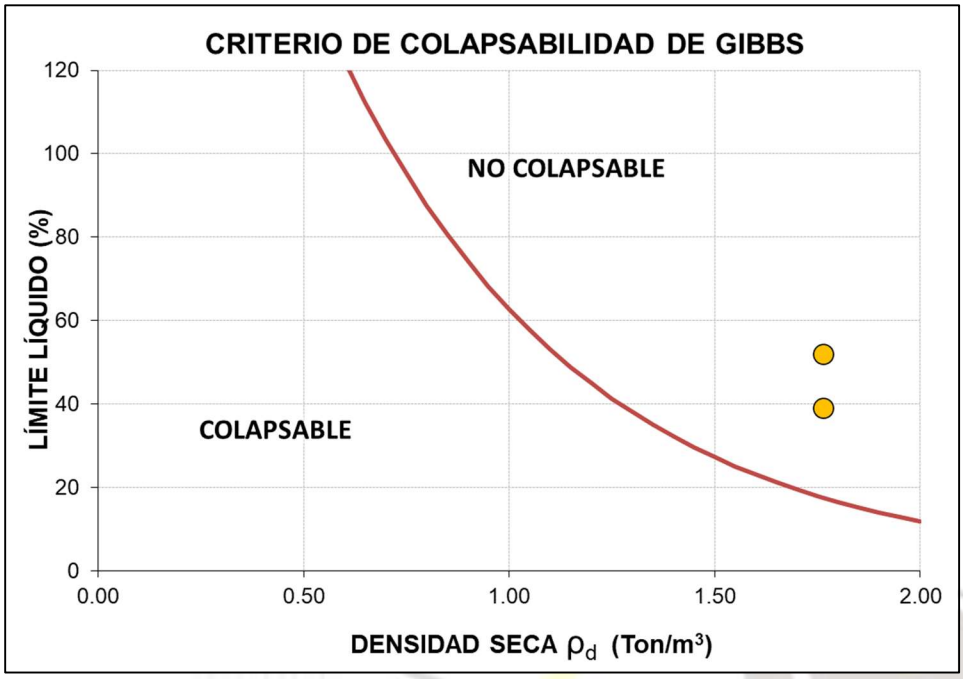


Figura 23. Curva de criterio de colapsabilidad de Gibbs

De acuerdo a la anterior evaluación los materiales NO son colapsables.

10.3. Potencial de licuación

La licuación de suelos, es un fenómeno en el que, el incremento de la presión del agua intersticial del suelo, hace que la fricción entre los granos se pierda, reduciendo la resistencia al corte al mínimo, al punto de no poder soportar se propio peso y mucho menos, el de las cargas impuestas, comportándose mecánicamente el suelo, como un líquido.

Este incremento de presión lo pueden generar entre otros factores, un flujo de agua de infiltración con sub-presión excesiva, y en la mayoría de los casos, vibraciones de alta frecuencia como la generada por maquinaria y generalmente, los sismos.

Las arenas limpias, relativamente sueltos son los materiales más susceptibles. El riesgo de licuación de estratos superficiales, inducido por cargas dinámicas, en éste caso, sísmicas se puede presentar en suelos con las siguientes características:

10.3.1.1. Según Wang (1979)

De acuerdo al criterio propuesto por Wang, para que ocurra licuación se debe cumplir las siguientes condiciones:

- Fracción menos que 0.05 mm <= 15%
- Contenido de humedad ≅ límite liquido>0.9LL
- Limite líquido <= 35%
- Índice de liquidez < 0.75

Tabla 21. Análisis de licuación según Wang (1979)

Análisis de licuación de suelos según método de Wang (1979)											
Estrato	MUESTRA	1. %Finos de 0.005 mm	2. Humedad (%)	3. LL (%)	LP (%)	IP (%)	4. IL	Verificación			
								1	2	3	4
suelo heterogéneo	P1 M2	43.7	29	58	49	9	-2.22	No	No	No	Si
	P1 M6	5	38	52	43	9	-0.56	Si	No	No	Si
	P2 M7	17.7	33	62	49	13	-1.23	No	No	No	Si
	P3 M5	15.3	31	39	32	7	-0.14	No	No	No	Si
	P3 M6	13.5	26	71	53	18	-1.50	Si	No	No	Si
	P3 M7	7.9	41	71	53	18	-0.67	Si	No	No	Si
	P5 M2	17.7	30	50	39	11	-0.82	No	No	No	Si
	P5 M3	15.3	28	40	29	11	-0.09	No	No	No	Si
	P5 M5	13.5	35	57	47	10	-1.20	Si	No	No	Si
	P5 M6	7.9	27	49	41	8	-1.75	Si	No	No	Si

De acuerdo con la granulometría predominantemente fina y la naturaleza de los materiales encontrados en el presente estudio, y los criterios de evaluación ejecutados para la determinación del potencial de licuación, así como las condiciones de insaturación que éstos presentan, la posibilidad de licuación de los suelos de apoyo se considera nula, por no cumplirse todos los criterios.

11. PERFIL GEOTÉCNICO

A continuación, se presentan la localización de los perfiles geológico - geotécnicos dentro de una planta de la zona en estudio y luego se presentan los perfiles estratigráficos para los respectivos análisis, que también fueron utilizados dentro del mapa de amenazas por movimientos en masa.

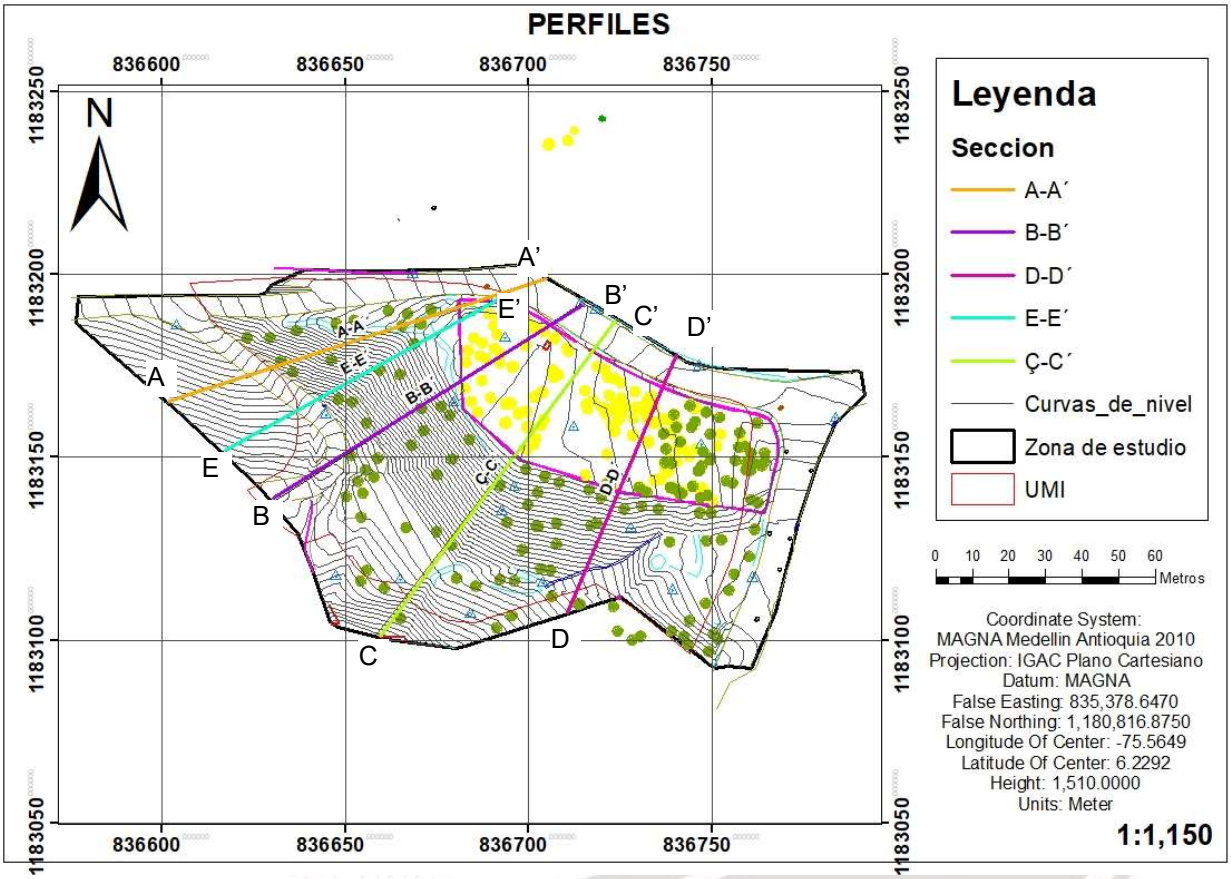


Figura 24. Ubicación en planta de las secciones analizadas

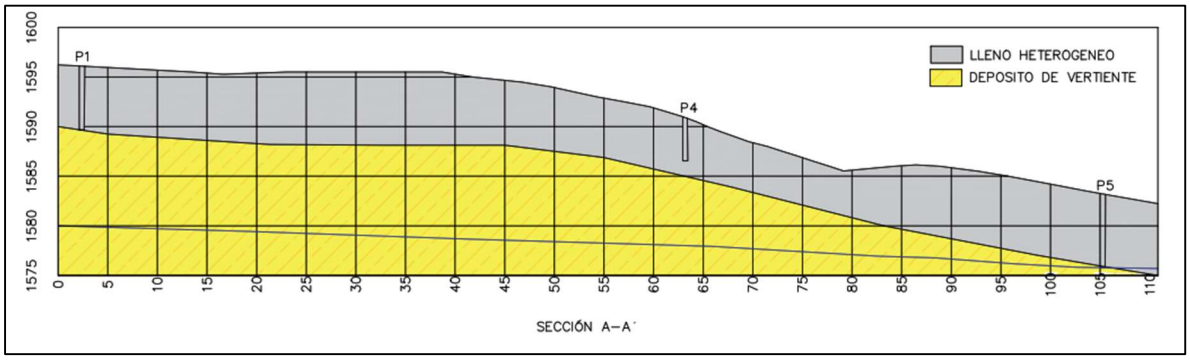


Figura 25. Perfil geotécnico sección A-A´

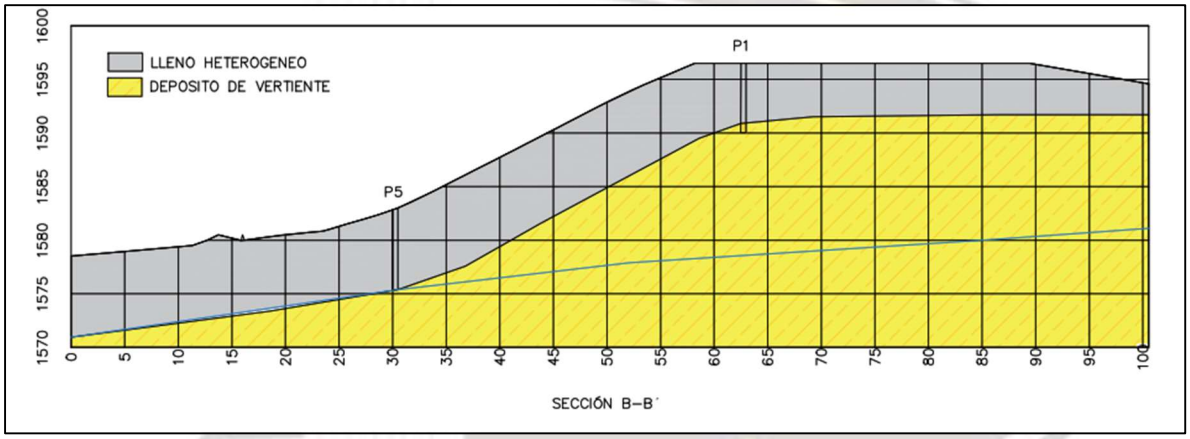


Figura 26. Perfil geotécnico sección B-B´

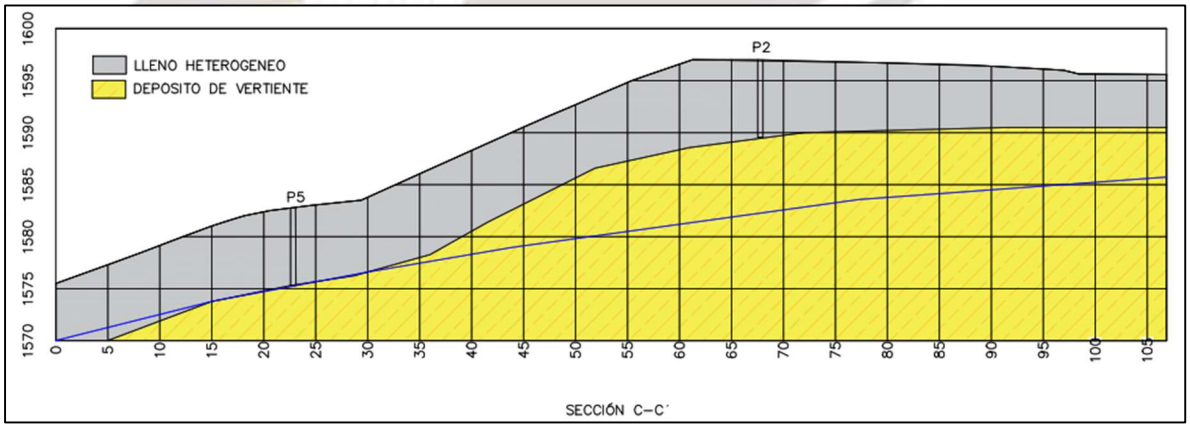


Figura 27. Perfil geotécnico sección C-C´

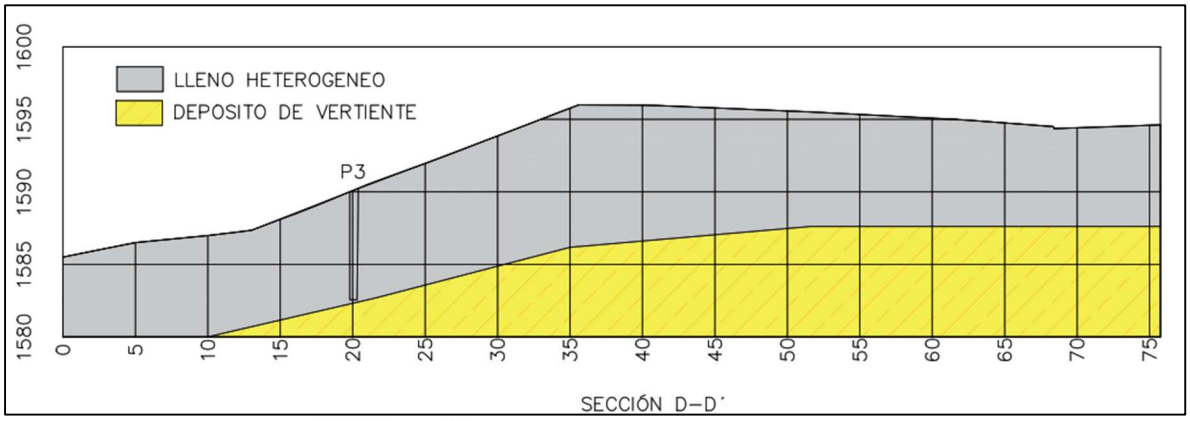


Figura 28. Perfil geotécnico sección D-D´

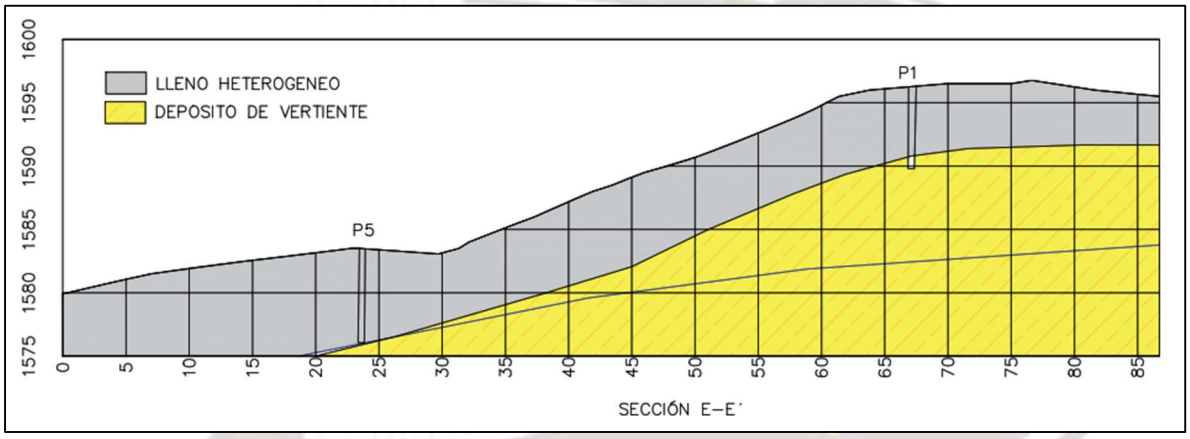


Figura 29. Perfil geotécnico sección E-E´

12. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Con el fin de verificar las condiciones estabilidad de las laderas que se encuentra en el proyecto, se estudia un cuerpo libre en equilibrio, partiendo de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes que se requieren para producir el equilibrio. Calculada esta fuerza resistente, se compara con la disponible de los suelos y se obtiene el factor de seguridad.

El cociente entre fuerzas resistentes considera el criterio de Mohr-Coulomb, por medio de los valores correspondientes a los parámetros de resistencia, es decir, la resistencia por fricción y por cohesión de los materiales.

De igual manera, se ejecuta análisis en condiciones seudoestáticas, es decir se considera el peso propio del material, así como las sobrecargas que puedan existir, adicionando un efecto sísmico si es del caso, en la cual la fuerza sísmica es la resultante de multiplicar el peso de la masa deslizante por el coeficiente de aceleración sísmica. El factor de seguridad será calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$Factor\ de\ Seguridad = \frac{\sum Fuerzas\ equilibradoras}{\sum Fuerzas\ desequilibradoras}$$

Para este caso se determinan los factores de seguridad con respecto al equilibrio de momentos y equilibrio de fuerzas horizontales, por los métodos de:

- Spencer, 1967
- Morgenstern and Price, 1965

El F.S. crítico es aquel que corresponde a la superficie en la cual se verifica la relación de fuerzas más baja, si el F.S. es menor de 1.0 las fuerzas actuantes son mayores que las resistentes y por lo tanto el estado es inestable. Si el F.S. es mayor de 1.0 las fuerzas resistentes son mayores que las desestabilizantes, y el terreno es estable. Finalmente se tomará el F.S. reportado por el método de Morgenstern and Price ya que este asume que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. El método es muy similar al método Spencer con la diferencia que la inclinación de la resultante de las fuerzas entre dovelas se asume que varía de acuerdo con una función arbitraria.

En las siguientes tablas se presentan los rangos de clasificación de los factores de seguridad para el caso estático y seudo-estático, dado por la US Army Corps of Engineers y con calificación según la clasificación de riesgo de pérdidas económicas y de vida.

Tabla 22. Rangos de clasificación de factores de seguridad para el caso estático y dinámico (US Army Corps of Engineers, octubre 2003).

CLASIFICACIÓN	F.S. ESTÁTICO	F.S. SEUDO ESTÁTICO
Inadmisible	<0,75	<0,50
Muy bajo	0,75 – 1,00	0,50 – 0,75
Bajo	1,00 – 1,25	0,75 – 1,00
Aceptable	1,25 – 1,50	1,00 – 1,25
Ideal	>1,50	>1,25

Tabla 23. Geotechnical Engineering Office (2004).

Riesgo por pérdidas económicas	Factor Recomendado Para las Categorías de Riesgo de Vidas		
	Sin afectación	Bajo	Alto
Sin afectación	>1	1.2	1.4
Bajo	1.2	1.2	1.4
Alto	1.4	1.4	1.4

Adicionalmente se analizan los factores de seguridad mínimos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Decreto 926 de 2010).

Tabla 24. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos.

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga muerta + Carga viva normal	1.5	1.25	1.8	1.4
Carga muerta + Carga viva máxima	1.25	1.1	1.4	1.15
Carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño seudo estático	1.1	1	No se permite	No se permite
Taludes – Condición estática y agua subterránea normal.	1.5	1.25	1.8	1.4
Taludes – Condición seudo-estática con agua subterránea normal y coeficiente sísmico de diseño.	1.05	1	No se permite	No se permite

De acuerdo con la estratigrafía definida, se identificaron posibles superficies de falla a través del contacto entre las diferentes capas de materiales, se evaluaron los

factores de seguridad más desfavorables para estas superficies bajo condición saturada.

Para el análisis de estabilidad se consideró la sección geotécnica presentada en el numeral anterior.

12.1. Secciones analizadas

En las figuras a continuación se presentan los esquemas de los casos analizados, la superficie de falla crítica y su factor de seguridad correspondiente.

Se añade una distribución uniforme de sobrecarga vertical activa (100 kPa) en la corona de la ladera simulando las cargas de servicio superficiales al cual se encontrará sometida la ladera durante la construcción y operación del Punto Limpio.

Como síntesis de estos análisis, dadas las condiciones geomorfológicas del sitio de estudio, se estima que las superficies de fallas con menor factor de seguridad se encuentran relativamente profundas respecto a la altura de la ladera, ninguna en su valor más crítico se encuentra por debajo del material de lleno, cabe anotar que estas superficies semicirculares se encontrarían lógicas en el sentido que el nivel freático se proyectó por debajo del contacto entre los estratos de suelo, toda vez que durante la investigación en campo este no se encontró. La sección de análisis más crítica concuerda con la zona que presenta mayor inclinación según el levantamiento topográfico.

Si bien se trata de rellenos antrópicos, la condición seca de este estrato permite que su resistencia al corte se desarrolle en un estado de esfuerzos efectivos, sin embargo, con ánimos de ampliar la discusión del estudio de estabilidad, se ejecutó análisis de la sección más crítica (Sección B-B') simulando que el relleno se encuentre parcialmente saturado con un valor de relación de presión de poros Ru típico de 0.13, este parámetro sería el equivalente de un contenido de aguas dentro de la masa del relleno haciendo una relación entre la presión intersticial en un zona

del terreno y la presión total vertical (presión geoestática) en la misma zona; se observa un disminución del factor de seguridad de F.S=1.39 en estado seco a F.S= 1.223 en estado parcialmente saturado.

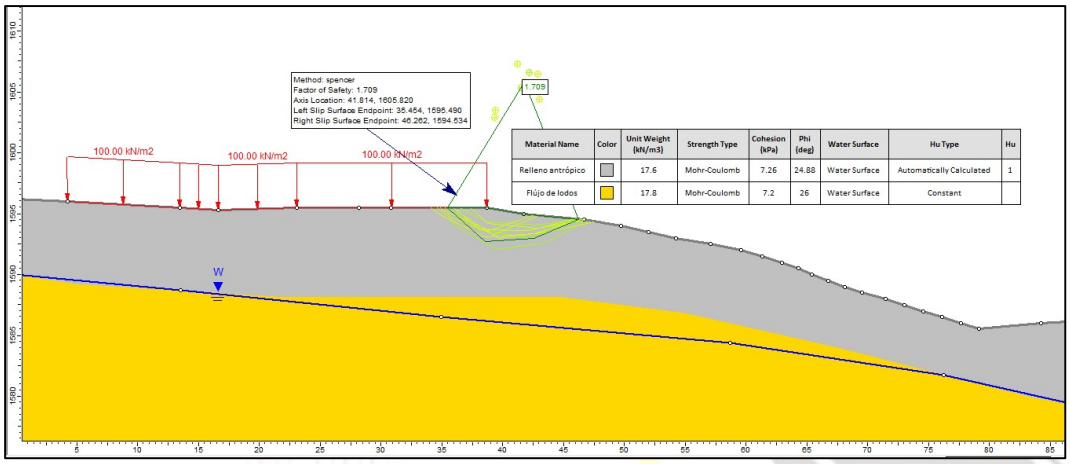


Figura 30. Análisis de estabilidad sección A-A' condición estática F.S= 1.709

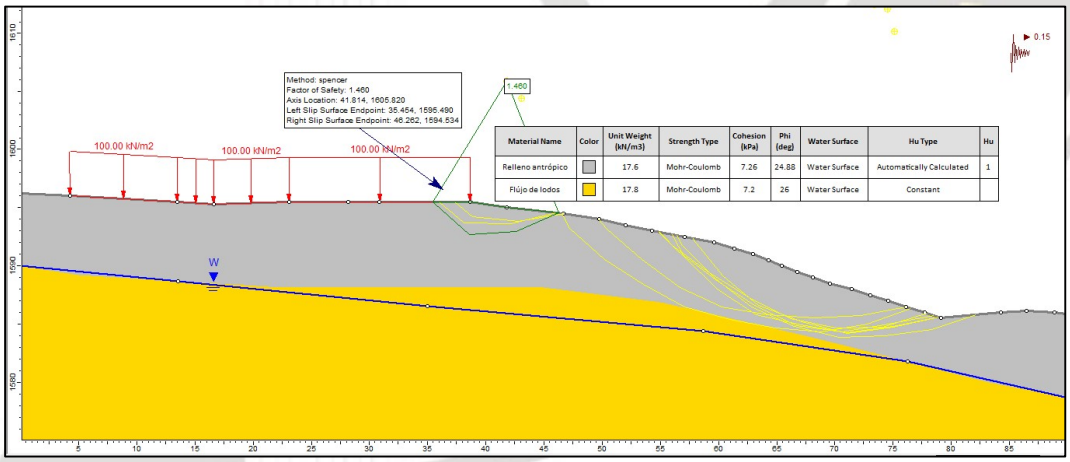


Figura 31. Análisis de estabilidad sección A-A' condición seudoestática F.S= 1.46

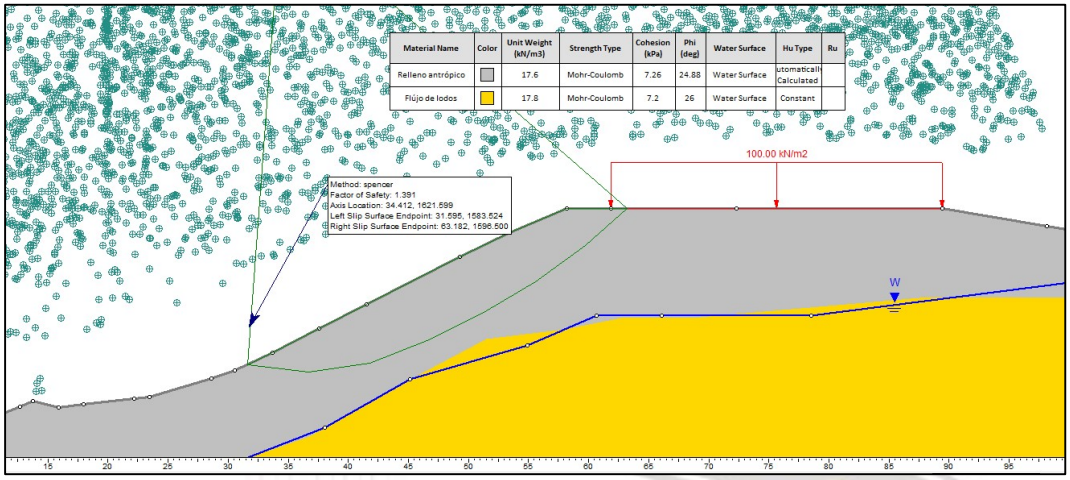


Figura 32. Análisis de estabilidad sección B-B' condición estática F.S= 1.391

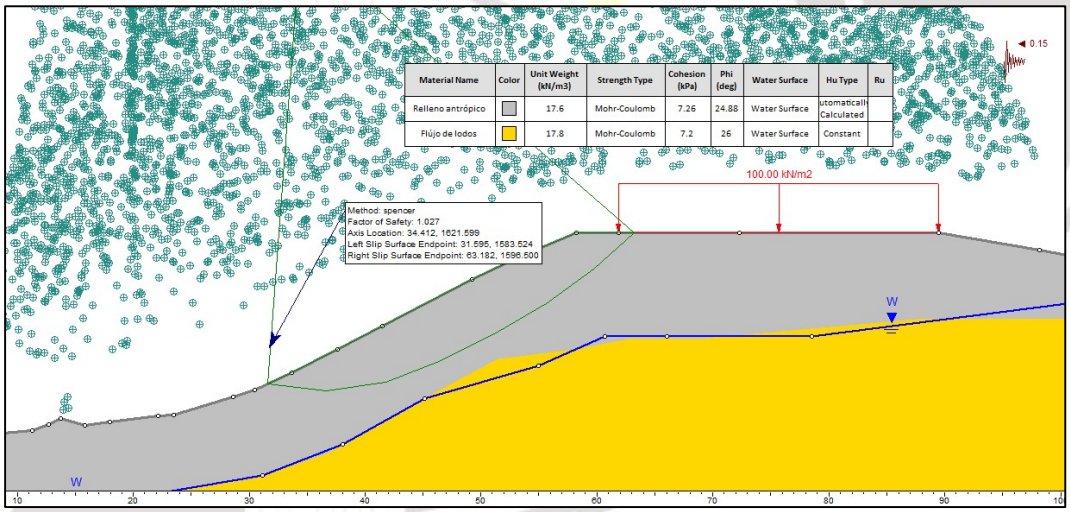


Figura 33. Análisis de estabilidad sección B-B' condición seudoestática F.S= 1.03

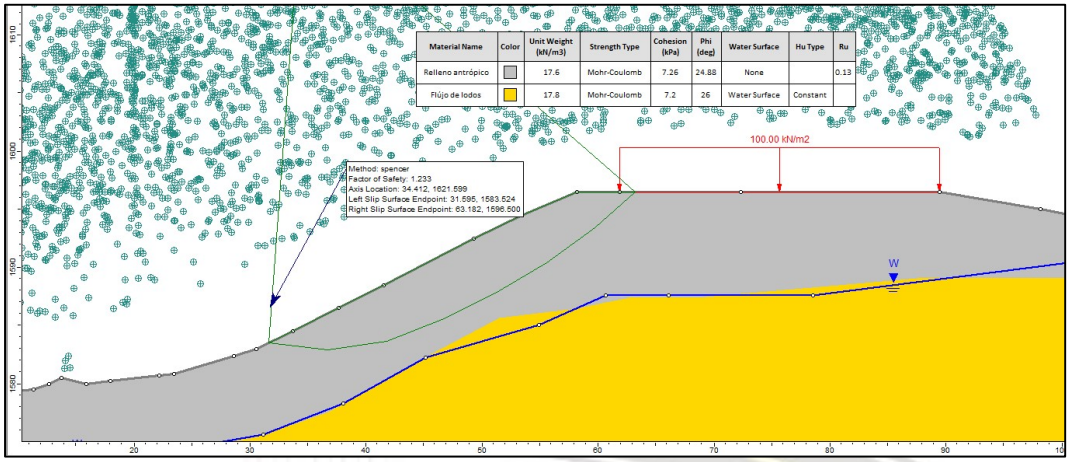


Figura 34. Análisis de estabilidad sección B-B' condición estática parcialmente saturado F.S= 1.223

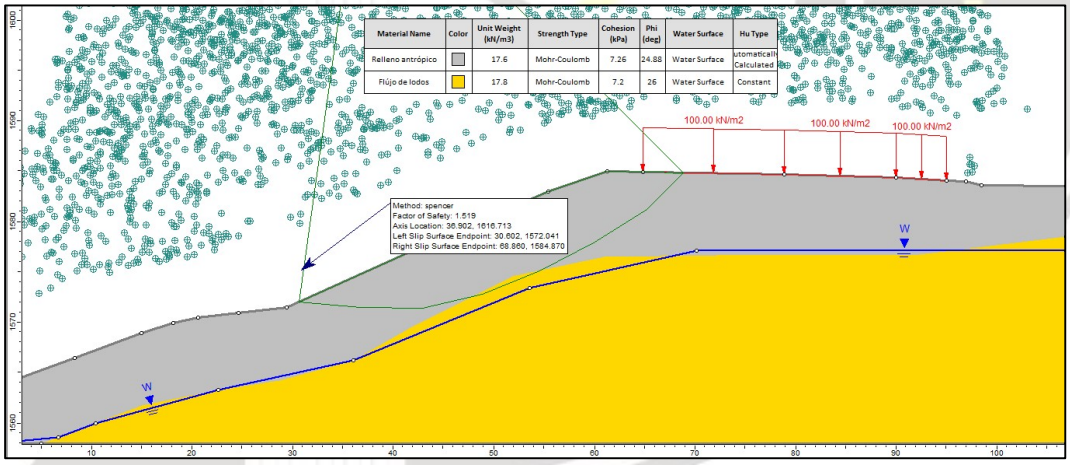


Figura 35. Análisis de estabilidad sección C-C' condición estática F.S= 1.519

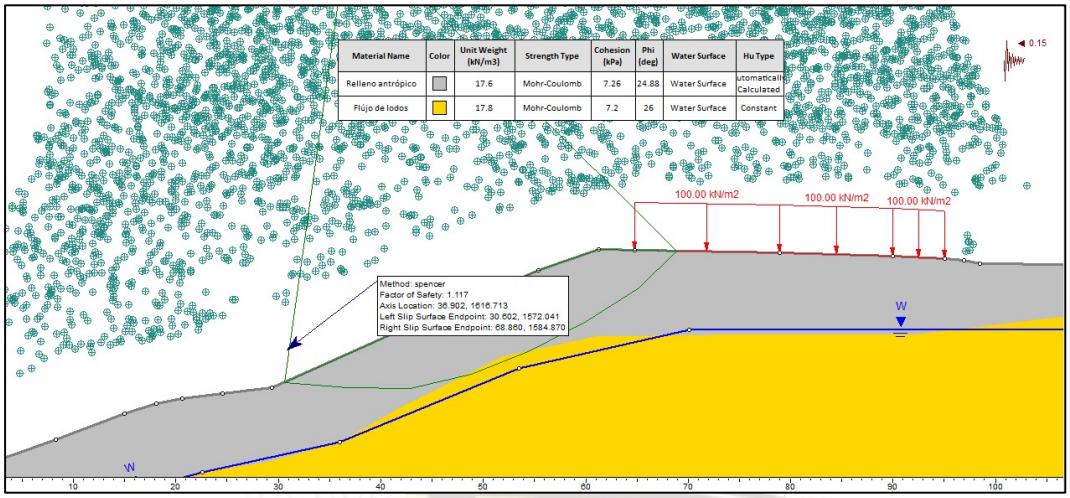


Figura 36. Análisis de estabilidad sección C-C' condición seudoestática F.S= 1.12

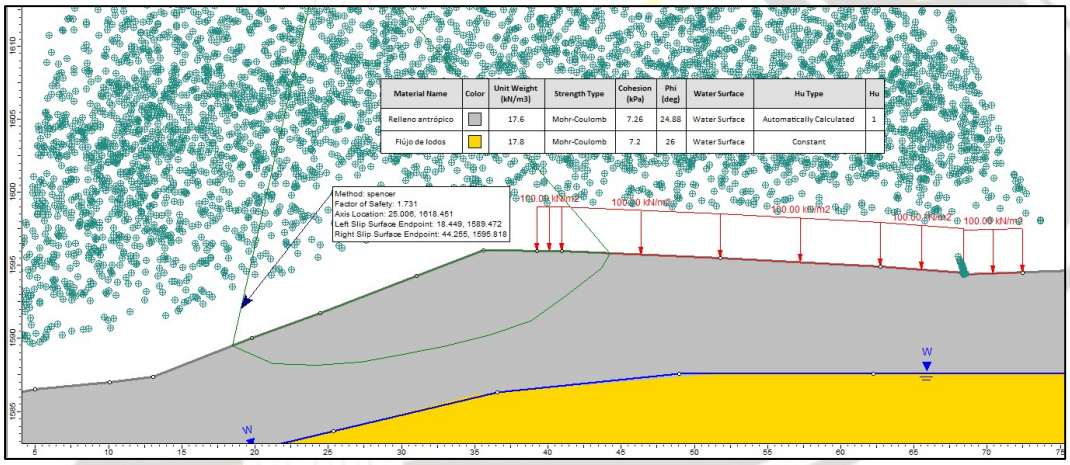


Figura 37. Análisis de estabilidad sección D-D' condición estática F.S= 1.73

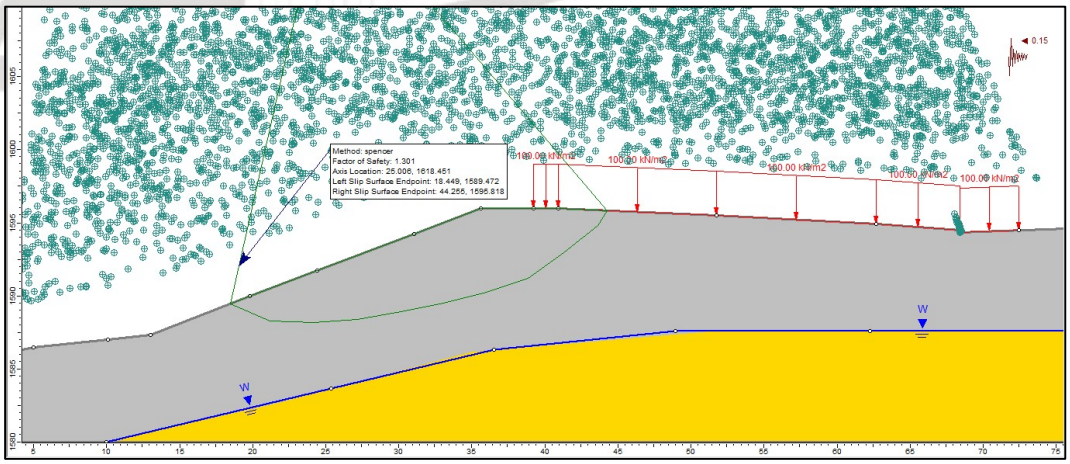


Figura 38. Análisis de estabilidad sección D-D' condición seudoestática F.S= 1.301

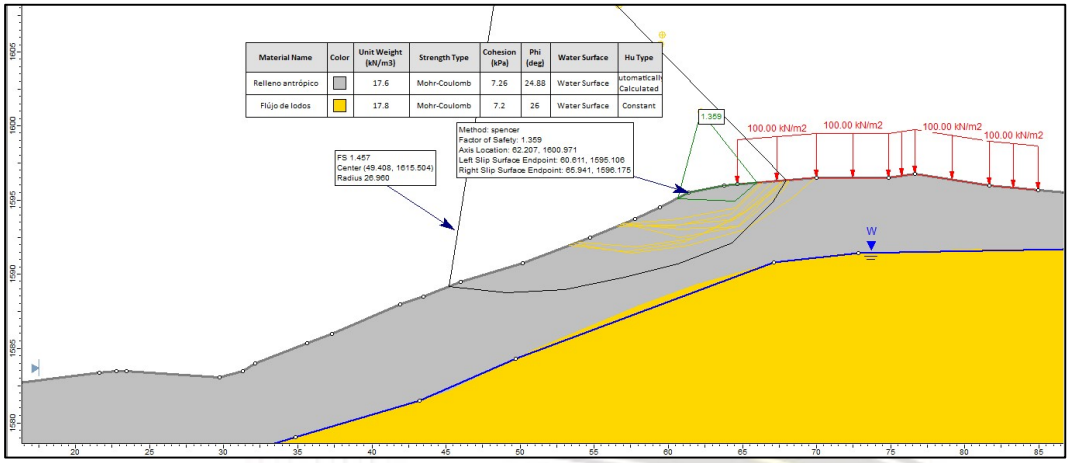


Figura 39. Análisis de estabilidad sección E-E' condición estática F.S= 1.36

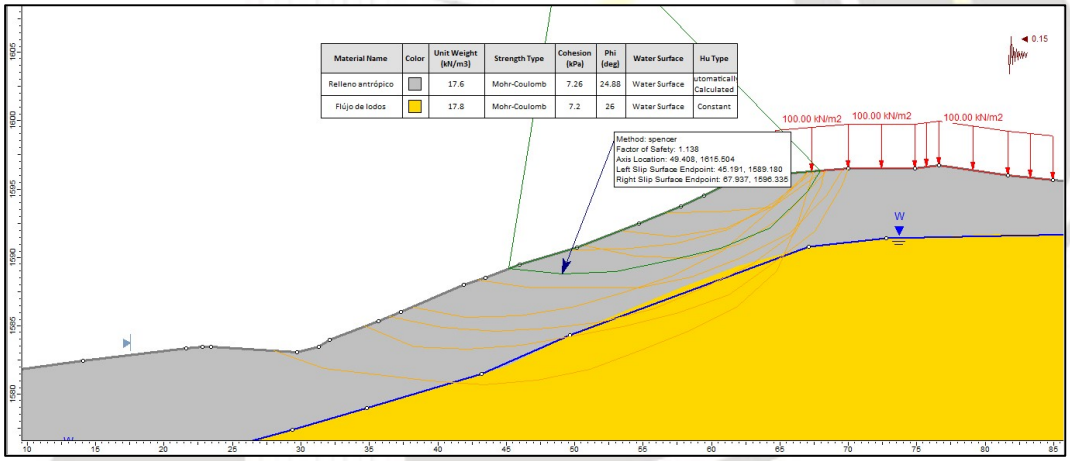


Figura 40. Análisis de estabilidad sección E-E' condición seudoestática F.S= 1.14

Tabla 25. Resumen de factores de seguridad obtenidos.

Sección	Factor de seguridad		Según Army Corps of Engineers	Según NSR-10
	Estática	Seudoestática		
A-A'	1.709	1.46	Ideal	Cumple
B-B'	1.391	1.03	Aceptable	-
C-C´	1.519	1.12	Ideal	Cumple
D-D´	1.73	1.3	Ideal	Cumple
E-E´	1.36	1.14	Aceptable	-

13. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el paisaje. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interfaz entre esta, la hidrósfera y la atmósfera (Portilla M, 2012).

13.1. AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

13.1.1. METODOLOGIA

El análisis de estabilidad se efectúa considerando métodos basados en el equilibrio límite mediante el cálculo de los factores de seguridad utilizando metodologías de análisis de reconocida validez y aplicación.

Los mecanismos de falla usados en el modelo se definen a partir de lo identificado en el análisis geológico y geomorfológico, incluyendo todos los mecanismos de falla posibles. Para el análisis de amenaza se tomaron en cuenta los siguientes ítems:

- Recopilación, evaluación y clasificación de la información existente: Se recopila información detallada existente de proyectos anteriores.
- Análisis del área de estudio: Se realiza fotointerpretación utilizando fotografías aéreas de diferentes años y análisis de cartografías anteriores.
- Geología, geomorfología y morfodinámica: Se hace un levantamiento en campo detallado.
- Hidrogeología
- Sismología
- Investigación y exploración geotécnica para la evaluación de la amenaza

- Determinación del Modelo Geológico – Geotécnico: Se realiza una exploración geotécnica que incluye sondeos, ensayos de laboratorio, caracterización geotécnica y análisis de información.
- Análisis de estabilidad para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa: Se realizan perfiles con su respectiva caracterización geotécnica donde se hacen análisis de estabilidad (seudoestático y estático).
- Se determinan los factores de seguridad por medio del software geoslope.

13.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los factores de seguridad dependen del análisis probabilístico y del nivel de riesgo aceptable. En estos análisis, los parámetros estadísticos de los materiales se obtienen a partir del procesamiento de la información obtenida en trabajos de campo y laboratorio, complementada con la información existente de trabajos previos en formaciones similares.

La amenaza se expresará de acuerdo con una escala cuantitativa, así: amenaza alta (FS ≤ 1.2; o Probabilidad de Ruptura (PR) ≥ 0,05/año), media (1.2 < FS ≤ 1.5; PR: 0,0002/año – 0,05/año) y baja (FS > 1.5; PR).

De acuerdo con los análisis descritos en el numeral 12 y los resultados de estabilidad presentados en Tabla 26.

Tabla 26. Resumen de factores de seguridad obtenidos.

Sección	Factor de seguridad		Según Army Corps of Engineers	Según NSR-10
	Estática	Seudoestática		
A-A'	1.709	1.46	Ideal	Cumple
B-B'	1.391	1.03	Aceptable	-
C-C´	1.519	1.12	Ideal	Cumple
D-D´	1.73	1.3	Ideal	Cumple
E-E´	1.36	1.14	Aceptable	-

De acuerdo con este análisis se zonificó la amenaza así:

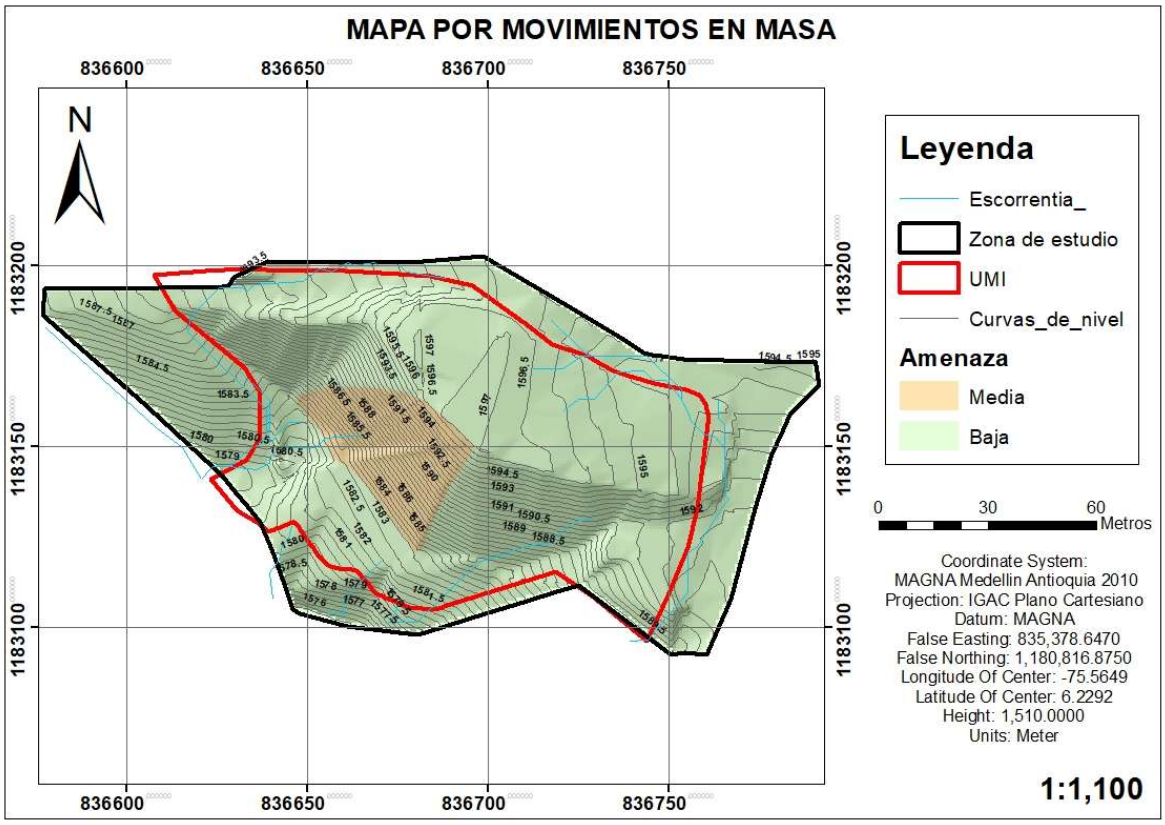


Figura 41. Mapa de Amenazas por Movimientos en masa.

Se evaluaron varios escenarios, en condiciones actuales y proyectadas. Se tomaron los valores de factores de seguridad que más se acercaban a la situación actual.

14. CIMENTACIÓN

Si bien es cierto que en toda la zona del lote se detectó la presencia de espesores relativamente importantes de llenos antrópicos, la magnitud de solicitaciones de cargas de servicio que requiere el proyecto (módulo administrativo o puntos de control) no genera transmisión de esfuerzos considerables para estos estratos compuestos en su mayoría por arenas, limos y arcillas con intercalaciones de nula y baja plasticidad. Así mismo, debido a que no se detectó el nivel freático asociado

a la morfología del sector, se considera que los estratos resistirán la totalidad de los esfuerzos en condición drenada o efectiva.

Se proyectan capacidades de carga acordes a este material y se especifican anchos mínimos de cimentación de tal manera que los incrementos de esfuerzos recibidos por el suelo sean aptos garantizando magnitudes de deformación tolerables para las estructuras.

14.1.1. ZAPATAS AISLADAS DE CIMENTACIÓN.

De acuerdo con el avance de las investigaciones realizadas en el lote, el alcance del proyecto y las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos, se considera que la cimentación más adecuada para las estructuras proyectadas corresponde a la construcción zapatas aisladas, apoyadas sobre el terreno denominado como relleno antrópico que se detectó a partir de 0.50 metros de profundidad con respecto al nivel actual del terreno:

Las zapatas deben unirse entre sí mediante la construcción de vigas reforzadas de amarre para conformar una retícula cerrada, con el fin de garantizar un adecuado arriostramiento de la estructura y deberán ser diseñadas como elementos aéreos, es decir, sin tener en cuenta el soporte que les pueda proporcionar el suelo de apoyo.

Con el fin de unificar la profundidad de desplante de las fundaciones y poder prefigurar el acero de los pedestales, se deberá desplantar las zapatas al menos a 1.5 metros de profundidad.

Estos elementos de cimentación estarán dimensionados lo suficientemente rígidos para trasmitir al subsuelo presiones de contacto que no superen las cargas admisibles las cuales varían según su configuración, es decir, variación de su profundidad de desplante (*Df*) y ancho de la misma (*B*).

Debido a que en los sondeos y en las visitas en campo se encontró que la zona posee un suelo con características relativamente homogéneas, se estimaron éstas capacidades de carga para todas las estructuras proyectadas utilizando un factor de seguridad F.S= 3.0.

Tabla 27. Capacidades de carga de configuración de zapatas aisladas. D.V Consultoría y construcción S.A.S

Ancho cimentación vs capacidad portante			
Ancho	**Df= 1.5 m**	**Df= 2.0 m**	**Df= 2.5 m**
B (m)	**Qa (kPa)**	**Qa (kPa)**	**Qa (kPa)**
1.5	229.2	280.2	331.9
2	233.6	283.7	334.4
2.5	238.9	288.3	338.2
Ancho	**Df= 1.5 m**	**Df= 2.0 m**	**Df= 2.5 m**
B (m)	**Qa (Ton)**	**Qa (Ton)**	**Qa (Ton)**
1.5	51.6	63.0	74.7
2	93.5	113.5	133.7
2.5	149.3	180.2	211.4

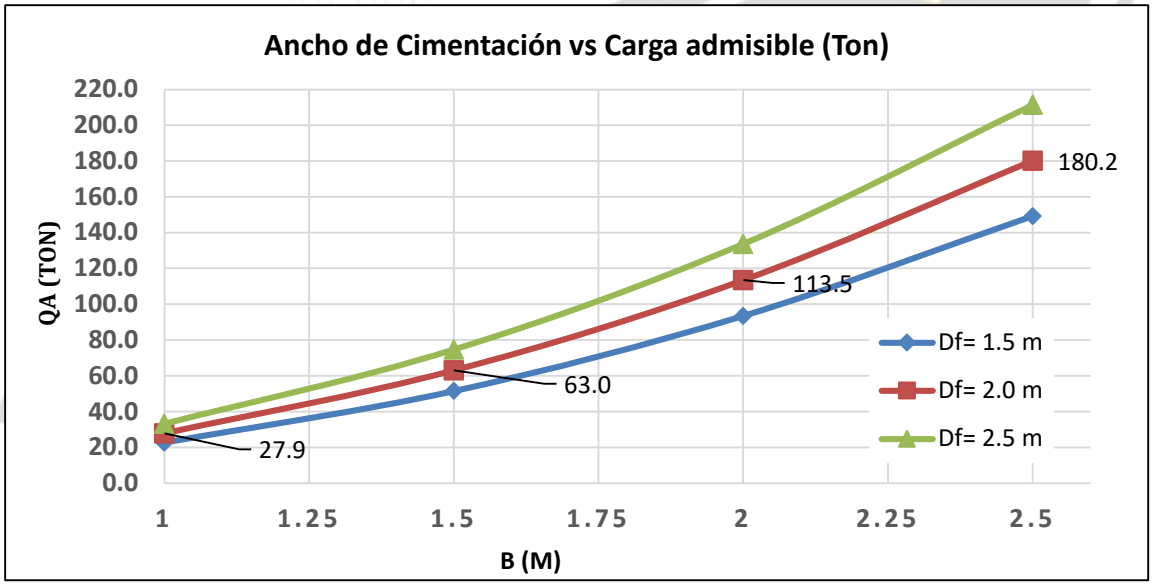


Figura 42. Gráfico de capacidad de carga admisible de la cimentación en función de su ancho (B) y profundidad de desplante (Df)..

Las zapatas se desplantarán superficialmente directamente sobre el suelo detectado en la excavación al material correspondiente al ***lleno antrópico*** (Material limoso con zonas arenosas, no consolidado, de color pardo con zonas grises, con presencia de clastos de hasta 2 cm, con una relación %Matriz=80 y %Roca=10).

Las zapatas se deben unir entre sí mediante la construcción de vigas de amarre reforzadas en direcciones ortogonales tal como se muestra en la fotografía de la siguiente figura.



Figura 43. Imagen de la base fotográfica de D.V, con el sistema propuesto.

Para el diseño estructural se debe considerar un coeficiente de reacción vertical (Kv) del orden de 19943.02 kN/m^2/m.

Tabla 28. Estimación de valores de reacción vertical según esfuerzos en estado de servicio para zapatas aisladas

ZAPATA AISLADA Df=2.0 m				Ancho B (m)	1.5
Carga (kN)	Esfuerzo (kPa)	Asentamiento		Módulo de reacción vertical	
		mm	m	Kv (kN/m2/m)	Kv (mPa/m)
200	89	4.8	0.0048	18518.52	18.52
250	111	5.9	0.0059	18832.39	18.83
300	133	6.9	0.0069	19323.67	19.32
350	156	7.8	0.0078	19943.02	19.94
400	178	8.6	0.0086	20671.83	20.67
450	200	9.5	0.0095	21052.63	21.05
500	222	10.2	0.0102	21786.49	21.79
550	244	11.1	0.0111	22022.02	22.02

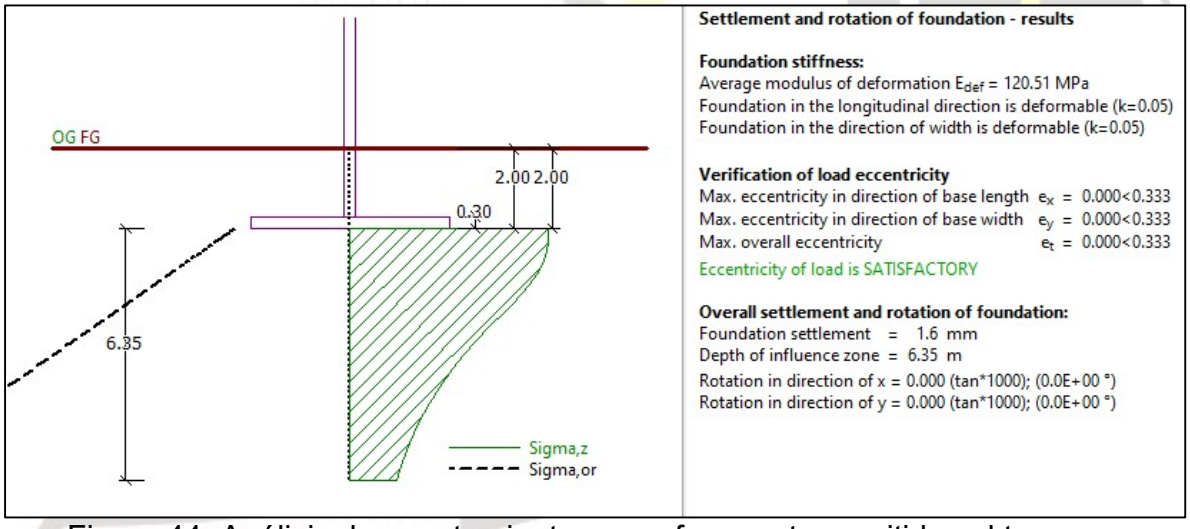


Figura 44. Análisis de asentamientos vs esfuerzos transmitidos al terreno.

14.1.2. LOSA DE FUNDACIÓN

Para las estructuras que, según su proyección de apoyos al subsuelo presente inconvenientes para la construcción de zapatas aisladas por interferencias entre estas, se proyecta otra alternativa de cimentación, consiste en apoyar los muros y columnas sobre una losa de cimentación, dimensionada lo suficientemente rígida para trasmitir al subsuelo presiones de contacto que no superen las 12 toneladas por metro cuadrado. Para el diseño estructural se debe considerar un coeficiente de reacción vertical (Kv) de 22058 kN/m^2/m.

Tabla 29. Estimación de valores de reacción vertical según esfuerzos en estado de servicio para losas de fundación.

Esfuerzo (kPa)	Asentamiento		Módulo de reacción vertical	
	m	mm	Kv (kN/m^2/m)	Kv (mPa/m)
50	0.00227	2.27	22026.43	22.03
100	0.00453	4.53	22075.06	22.08
120	0.00544	5.44	22058.82	22.06
150	0.0068	6.8	22058.82	22.06
200	0.00907	9.07	22050.72	22.05

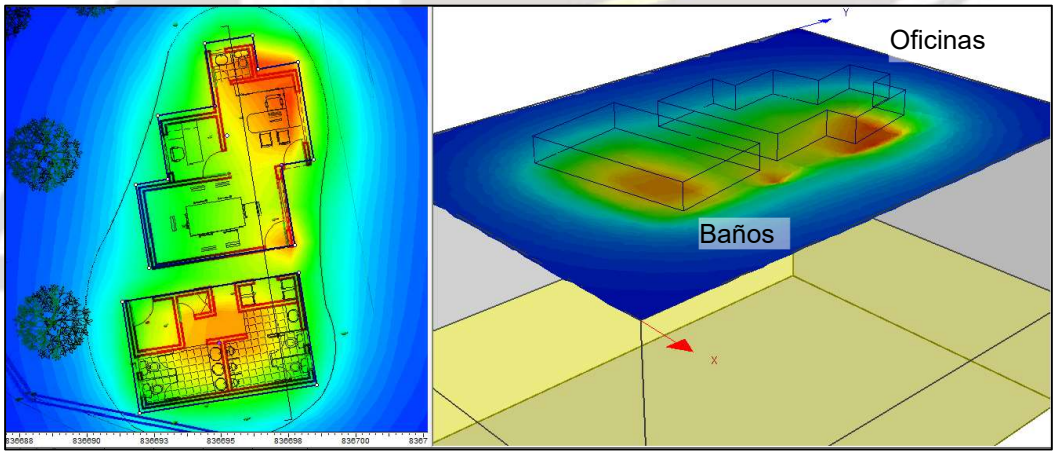


Figura 45. Análisis de deformaciones vs esfuerzos transmitidos al terreno.

En la zona donde se apoyan los muros cargueros se pueden generar vigas profundas que refuercen la losa para evitar fallas por efecto del punzonamiento. La

losa se puede desplantar directamente sobre el terreno existente luego de retirar la capa vegetal y los materiales inadecuados como llenos y mezclado con capas orgánicas. Entre la losa y el terreno natural se debe colocar una capa de material limoso mejorado con cemento de al menos 10 centímetros de espesor que sirva de interface entre la losa y el terreno y garantice una buena superficie de apoyo para la losa.

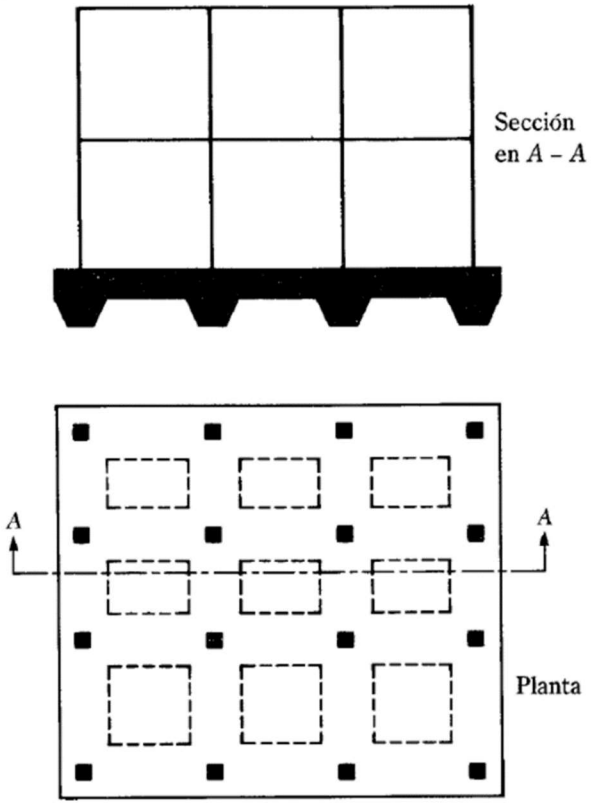


Figura 46. Esquema de losa de cimentación propuesta

14.2. Recomendaciones.

- Para la caracterización de los materiales del subsuelo, se realizaron seis sondeos de campo tipo SPT, con una profundidad máxima de 8,00m.
- Con el objetivo de evaluar los efectos locales de la respuesta sísmica se tiene que el tipo de perfil de suelo (definido en la NSR – 10) que predomina en el área de estudio, corresponde a un perfil de suelo Tipo D.
- Los análisis no consideraron variaciones del nivel freático dado que no se evidenciaron en caso de encontrarse deberá ser reportado con esta oficina para realizar las modificaciones pertinentes.
- Los materiales para los llenos no deben contener arcillas expansivas, materia orgánica, desechos sólidos, troncos y/o raíces y éstos deben cumplir con las siguientes especificaciones:

  Φ = Angulo de fricción interno = 28.0;

  ɣ = peso específico = 18.0 kN/m³;

  c = cohesión = 0 kN/m2.
- Las dimensiones finales de los elementos de cimentación deben ser coherentes con la capacidad de soporte del suelo y los asentamientos del mismo. Una vez obtenido el diseño estructural deberán evaluarse los asentamientos según lo estipulado en la NSR-10.
- Nota: Una vez alcanzada la profundidad de desplante deberá hacerse un registro del material con el objetivo de garantizar el material portante.
- Las excavaciones para las fundaciones (Vigas) se deben realizar de manera manual y no se requieren entibados.
- Los materiales sobrantes de la excavación se pueden disponer temporalmente en las zonas verdes del lote, siempre y cuando estos no ofrezcan peligrosidad para la estabilidad geotécnica.

14.3. Conformación del lote y excavaciones

En todas las zonas donde se ubiquen estructuras civiles se deberá realizar un descapote total. El material resultante del descapote se debe disponer en aquellas zonas del lote destinadas como zonas verdes o zonas de recreación o en los sitios de depósitos autorizados por el Municipio de Medellín.

Se debe procurar que las excavaciones de las fundaciones no permanezcan expuestas a la intemperie durante períodos prolongados de tiempo y que se inunden a causa de acumulación de aguas de escorrentía. Debido a la susceptibilidad de los suelos al remoldeo y a la humedad donde se apoyarán las fundaciones, las excavaciones finales se deben realizar de manera manual y se protegerán de los cambios de humedad (humedecimiento y secado). Antes de proceder al vaciado de las cimentaciones, el suelo de apoyo de las mismas se debe encontrar libre de lodos y materiales sueltos, y proporcionar una superficie uniforme, para lo cual se recomienda colocar un solado en concreto pobre de espesor mínimo de 5.0 cm.

14.4. Estructura de pisos

Los pisos de punto limpio se podrán diseñar teniendo en cuenta la siguiente estructura:

- Subbase granular compactada 0.30 m
- Losa de contrapiso 0.10 m
- Acabados finales

Los pisos duros y andenes se deben conformar teniendo en cuenta la siguiente estructura:

- Entresuelo en piedra recebo 0.30 m
- Losa de concreto 0.10 m

Una protección adecuada contra la humedad será necesaria cuando el piso vaya a estar cubierto por madera, alfombra, recubrimientos impermeables, o al contacto con equipos y/o productos sensibles a la humedad.

Una capa retardadora de vapor es un material que minimizará la transmisión de vapor de agua de la subrasante a las losas de concreto, sin embargo, no podemos decir que sean 100 % efectivas en impedir que pase el vapor de agua.

Normalmente se le conoce a este tipo de productos como “barreras de vapor”, nombre que resulta no muy apropiado al comprender que no son del todo efectivas, por lo que su nombre correcto es el de “retardadores de vapor”.

Se recomienda que si se usan hojas de polietileno como capas retardadoras de vapor sean al menos de un espesor de 0.25 mm.

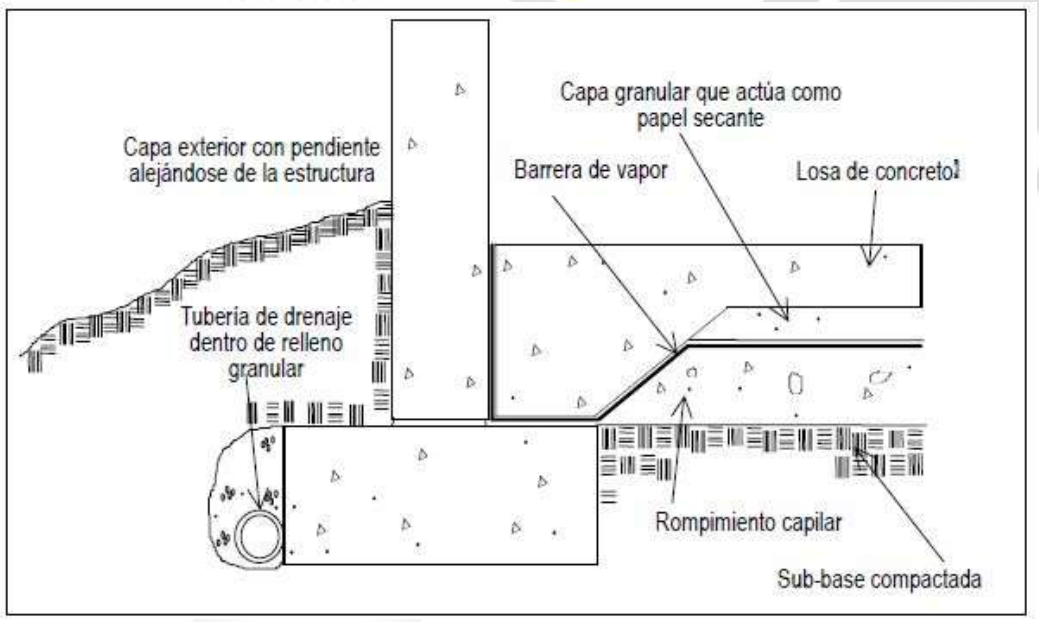


Figura 47. Diagrama Barreras de Vapor

14.5. Muros y tabiques divisorios

Los pisos, vigas de amarre, muros y tabiques divisorios no deben apoyarse sobre materiales inadecuados como llenos sin compactar, capas orgánicas, escombros,

basuras, etc.). Si se detectan estos materiales, se deben extraer y reemplazar por suelos de buena calidad, como materiales de la zona, libres de materiales inadecuados que se colocarán en un espesor de por lo menos 0.50 metros y se colocarán compactados en capas no mayores de 20 cm, hasta alcanzar densidades secas equivalentes al 90% de la densidad seca máxima del Próctor Modificado.

14.6. Obras de adecuación del lote

Se recomienda la construcción de una cuneta perimetral del punto limpio para el control de las aguas de escorrentía (que las recoja y desvíe), de manera que estas no ocasionen daños en el lote, importante que la entrega de estas aguas llegue con la menor energía hidráulica posible para evitar erosiones e inestabilidades a futuro. Los análisis de estabilidad y de cimentaciones se realizaron en condiciones efectivas dada la ausencia de nivel freático en las exploraciones y la geomorfología del sitio, a pesar de que no se observa inestabilidad potencial en fallas profundas en los sectores más críticos en condición del subsuelo parcialmente saturado, es imperativo garantizar en todo momento correcto drenaje de la zona debido a que se trata de suelos conformados con un espesor importante de llenos antrópicos.

14.7. Recomendaciones generales de construcción

Las siguientes son unas recomendaciones de carácter general que se deben tener en cuenta durante la construcción del proyecto.

Si se tienen dudas sobre la identificación de los suelos propuestos para servir de apoyo a la infraestructura se dará aviso oportuno a ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S***, que enviará a uno de sus ingenieros para instruir al profesional residente en la obra sobre los parámetros necesarios para su reconocimiento.

Si durante el descapote del lote se detectan sectores con humedades, se recomienda aislar los pisos y muros mediante la colocación de “barreras de vapor”

que impidan el humedecimiento de estos elementos por efecto de la ascensión capilar.

En las excavaciones para las fundaciones, una vez se alcance el nivel propuesto para desplantar las cimentaciones, se vaciará un solado en concreto pobre de espesor no menor a 5 centímetros con el fin de garantizar una superficie limpia y homogénea a las actividades de armado y vaciado de la infraestructura.

Las aguas lluvias serán captadas y conducidas adecuadamente por un sistema de canoas, bajantes y cunetas, que entreguen estas aguas de manera adecuada al sistema general de alcantarillado de aguas lluvias. No es conveniente dejar estas aguas vertiendo libremente sobre el terreno.

Durante la ejecución del estudio no se investigó la localización ni el estado de las redes que pudieran existir en el lote.

15. **LIMITACIONES**

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en las investigaciones de campo y laboratorio que se describen en capítulos pertinentes y en la experiencia de los profesionales que participaron en los estudios.

Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno a ***D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S*** para complementar la información y las conclusiones y recomendaciones.

Durante la ejecución del estudio no se investigó la localización ni el estado de las redes que pudieran existir en el lote.

Daniel Andrés Villa Llano.
Gerente.
D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

16. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- GONZÁLEZ, H., Mapa Geológico del Departamento de Antioquia-Geología, Recursos Minerales y Amenazas Potenciales, Escala 1:400.000, memorias explicativas, Archivo electrónico formato PDF, INGEOMINAS, 2001.
- GONZÁLEZ DEVALLEJO, Luis I. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002. 744p.
- ÁLVARO J. GONZÁLEZ G. Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X Jornadas geotécnicas de la ingeniería colombiana. Universidad Nacional – Bogotá - Dic, 1999.
- Braja. D. M. (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta edición. California State University, Sacramento.
- Albeiro de Jesús Rendón, j. H. (2011). Estudio geológico- geomorfológico en el oriente cercano a Medellín, como apoyo a la búsqueda de actividad tectónica reciente. Boletín ciencias de la tierra, 40;41;47.
- Cornare. (2012). Evaluación y zonificación de riesgos por avenida torrencial, inundación y movimiento en masa y dimensionamiento de procesos erosivos en el municipio del Rionegro. Rionegro.
- Nsr - 10. (s.f.). Reglamento colombiano de construcción sismorresistente. Obtenido de https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf
- Servicio geológico colombiano. (2014). Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa, plancha 147 - Medellín oriental, escala 1:100.000. Medellín.
- González, h., mapa geológico del departamento de Antioquia-geología, recursos minerales y amenazas potenciales, escala 1:400.000, memorias explicativas, archivo electrónico formato pdf, INGEOMINAS, 2001.

- Servicio geológico colombiano. (2012). Propuesta sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:100.000. Bogotá, d.c.
- Servicio geológico colombiano. (2017). Amenaza sísmica. Obtenido de https://srvags.sgc.gov.co/jsviewer/amenaza_sismica/
- Sgc. (2015). Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Bogotá.

ANEXO 1. REGISTROS DE PERFORACIÓN

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

ESTUDIO DE SUELOS Y AMENAZA DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

Perforación No: P-1
Localización: Ver plano.
Fecha: 3 de junio de 2023
Equipo: Mecánico.

Ingeniero: M.Q
Revisó: D.V
Operador: JORGE QUINTERO

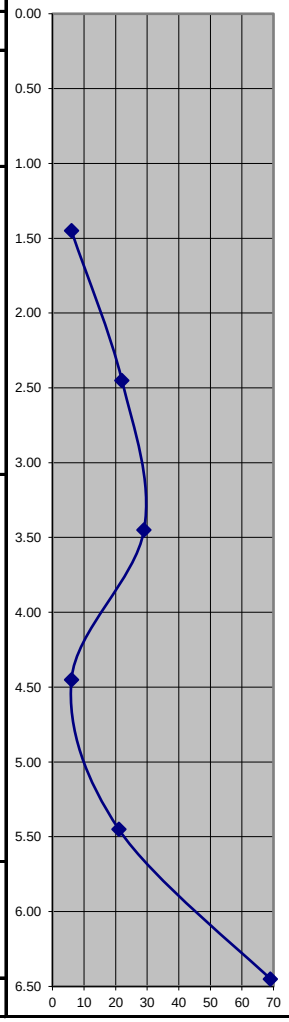
GRÁFICO No.1

620/2023

EXPLORACIÓN DE CAMPO

ENSAYOS DE LABORATORIO

Profundidad	Cota	Muestra	Muestreador	Golpes/30cm	SIMBOLO	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Curva de Evolución ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (Profundidad vs. Número de golpes)	Humedad	Peso Unitario Seco	Compresión Simple	Limite Liquido	Indice Plástico	Clasificación U.S.C	Clasificación AASTHO	Indice de Consistencia	Indice de grupo	GRANULOMETRÍA				
																		PORCENTAJE MAS FINO POR PESO				
m.	m.	No							%	Kg/m3	Kg/cm2	%	%	Grupo	Grupo	%		1"	N.4	N.10	N.40	N.200
0.50			lavado			NO SE ENCONTRÓ	**CAPA VEGETAL**																
1.00							LLENO CON MATERIA ORGANICA																
1.50		1	Estandar	6			**LLENO HETEROGÉNEO** MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO GRISÁCEO CON ZONAS CAFÉ Y NARANJA, DE HUMEDAD MEDIA Y PLASTICIDAD BAJA, CON CLASTOS DE HASTA 1CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=90 Y %ROCA=10, CON ALGO DE SUELO RESIDUAL.CONSISTENCIA: MEDIA A MUY FIRME		31			38	3	ML	A-5		2	100	89.8	85.6	76.5	66
2.00			lavado																				
2.50		2	Estandar	22					29			58	9	MH	A-5		4	100	84.8	79.4	64.9	49
3.00			lavado																				
3.50		3	Estandar	29			MATERIAL LIMO ARENOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO CON ZONAS GRISES Y NARANJA, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA BAJA, CON PRESENCIA DE FRAGMENTOS DE ASFALTO, LADRILLOS, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=60 Y %ESCOMBROS: 40.CONSISTENCIA: MEDIA A MUY FIRME		48			NL	NP	SW	A-1-b			100	74.2	50.3	28.2	15
4.00			lavado																				
4.50		4	Shelby	6																			
5.00			lavado						35			NL	NP	SW	A-1-b			100	89.1	81.8	69.5	51.6
5.50		5	Estandar	21																			
6.00			lavado				**DEPÓSITO DE VERTIENTE:FLUJO DE LODOS** MATERIAL LIMOSO, DE HUMEDAD MEDIA Y PLASTICIDAD MEDIA ALTA, CON PRESENCIA DE CLASTOS MILIMÉTRICOS. CONSISTENCIA: DURA																
6.50		6	Estandar	69			Fin de la perforación 6.45m.		38			52	9	ML	A-5		7	100	86	81.3	74.1	64



D.V. CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

ESTUDIO DE SUELOS Y AMENAZA DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

Perforación No: P-2
Localización: Ver plano.
Fecha: 3 de junio de 2023
Equipo: Mecánico.

Ingeniero: M.Q
Revisó: D.V
Operador: JORGE QUINTERO

GRÁFICO No.2

620/2023

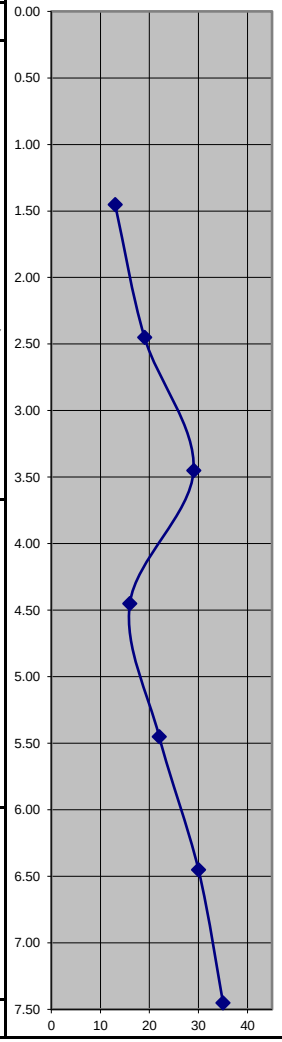
EXPLORACIÓN DE CAMPO

ENSAYOS DE LABORATORIO

Profundidad	Cota	Muestra	Muestreador	Golpes/30cm	SIMBOLO	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Humedad	Peso Unitario Seco	Compresión Simple	Limite Liquido	Indice Plástico	Clasificación U.S.C	Clasificación AASTHO	Indice de Consistencia	Indice de grupo	GRANULOMETRÍA PORCENTAJE MAS FINO POR PESO				
m.	m.	No						%	Kg/m3	Kg/cm2	%	%	Grupo	Grupo	%		1"	N.4	N.10	N.40	N.200
			lavado				**CAPA VEGETAL**														
1.50		1	Estandar	13			**LLENO HETEROGENEO** MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO GRISÁCEO CON ZONAS NARANJA, DE HUMEDAD MEDIA BAJA, CON FRAGMENTOS DE ROCA Y ESCOMBROS DE HASTA 3.5 CM, CON UNA RELACIÓN QUE VARIA ENTRE %MATRIZ=70/80 Y %ESCOMBROS=30/20. CONSISTENCIA: FIRME A MUY FIRME	21			NL	NP	ML	A-1-b			100	80.4	70.3	50.8	34
2.00			lavado																		
2.50		2	Estandar	19				25			NL	NP	ML	A-1-b			100	84.4	70.3	61.7	47
3.00			lavado																		
3.50		3	Estandar	29				21			NL	NP	SW	A-1-b			100	76.5	61.6	51.1	40
4.00			lavado																		
4.50		4	Shelby	16			MATERIAL LIMOSO CON ZONAS ARENOSAS, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO GRISÁCEO, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON FRAGMENTOS DE LADRILLO DE HASTA 1CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=90 Y %ESCOMBROS=10.CONSISTENCIA: MUY FIRME A DURA														
5.00			lavado																		
5.50		5	Estandar	22				23			NL	NP	SW	A-1-b			100	89.9	72	49.3	34
6.00			lavado																		
6.50		6	Estandar	30			MATERIAL LIMO ARENOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO CON ZONAS NARANJA Y GRISES, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON FRAGMENTOS DE LADRILLO Y RAÍCES, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=90 Y %ESCOMBROS=10.CONSISTENCIA: DURA	27			NL	NP	SW	A-1-b			100	87.4	71.7	55.3	43
7.00			lavado																		
7.50		7	Estandar	35			Fin de la perforación 7.45m.	33			62	13	CH	A-7-6		8	100	94.1	86.3	72.7	57

NO SE ENCONTRÓ

Curva de Evolución ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (Profundidad vs. Número de golpes)



D.V. CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.S.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

ESTUDIO DE SUELOS Y AMENAZA DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

Perforación No: P-3
Localización: Ver plano.
Fecha: 3 de junio de 2023
Equipo: Mecánico.

Ingeniero: M.Q
Revisó: D.V
Operador: JORGE QUINTERO

GRÁFICO No.3

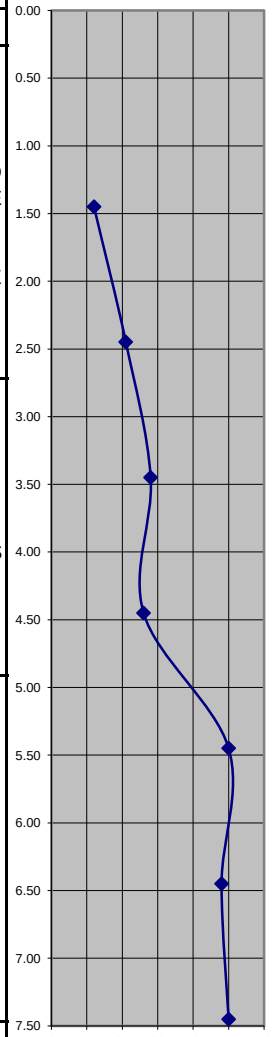
620/2023

EXPLORACIÓN DE CAMPO

ENSAYOS DE LABORATORIO

Profundidad	Cota	Muestra	Muestreador	Golpes/30cm	SIMBOLO	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Humedad	Peso Unitario Seco	Compresión Simple	Limite Liquido	Indice Plástico	Clasificación U.S.C	Clasificación AASTHO	Indice de Consistencia	Indice de grupo	GRANULOMETRÍA				
																	PORCENTAJE MAS FINO POR PESO				
m.	m.	No						%	Kg/m3	Kg/cm2	%	%	Grupo	Grupo	%		1"	N.4	N.10	N.40	N.200
0.50			lavado				**CAPA VEGETAL**														
1.00																					
1.50		1	Estandar	12			**LLENO HETEROGENEO** MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, PARDO AMARILLENTO CON ZONAS NARANJA, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA BAJA, CON FRAGMENTOS DE ROCA Y LADRILLO DE HASTA 2.5 CM, CON UNA RELACIÓN QUE VARIA ENTRE %MATRIZ=60/90 Y %ESCOMBROS=40/10. ADEMAS CON PRESENCIA DE RAÍCES.CONSISTENCIA: MEDIA A MUY FIRME	23			NL	NP	SW	A-1-b			100	90	83.3	68.2	51
2.00			lavado																		
2.50		2	Estandar	21				20			NL	NP	SW	A-1-b			100	91.1	85.3	71.9	56.2
3.00			lavado																		
3.50		3	Shelby	28																	
4.00			lavado				MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO CON ZONAS GRISES OSCURAS, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON FRAGMENTOS ROCOSOS MENORES A 1CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=90 Y %ROCA=10. ADEMAS CON PRESENCIA DE BASURA Y RAÍCES. CONSISTENCIA: MUY FIRME A DURA														
4.50		4	Estandar	26		NO SE ENCONTRÓ		22			NL	NP	SW	A-1-b			100	74.9	69.2	59.4	46.1
5.00			lavado																		
5.50		5	Estandar	50				31			39	7	ML	A-5			100	82.7	70.3	56.1	41.2
6.00			lavado				MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO AMARILLENTO CON ZONAS NARANJA Y GRISES, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON FRAGMENTOS MILIMÉTRICOS DE ROCA Y ESCOMBROS, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=90 Y %ROCA=10.CONSISTENCIA: DURA														
6.50		6	Estandar	48				26			71	18	SW-SM	A-7-6			100	77.5	68.8	58.6	46.4
7.00			lavado																		
7.50		7	Estandar	50			Fin de la perforación 7.45m.	41			71	18	MH	A-7-6			100	98.8	89.9	76.7	63.5

Curva de Evolución
ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR
(Profundidad vs. Número de golpes)



D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

ESTUDIO DE SUELOS Y AMENAZA DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

Perforación No: P-4
Localización: Ver plano.
Fecha: 3 de junio de 2023
Equipo: Mecánico.

Ingeniero: M.Q
Revisó: D.V
Operador: JORGE QUINTERO

GRÁFICO No.4

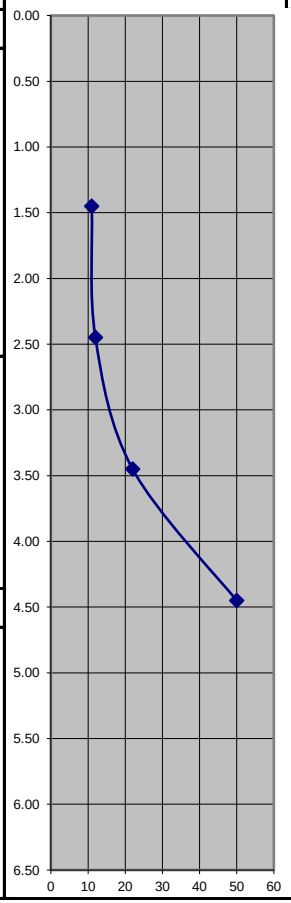
620/2023

EXPLORACIÓN DE CAMPO

ENSAYOS DE LABORATORIO

Profundidad	Cota	Muestra	Muestreador	Golpes/30cm	SIMBOLO	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Humedad	Peso Unitario Seco	Compresión Simple	Limite Liquido	Indice Plástico	Clasificación U.S.C	Clasificación AASTHO	Indice de Consistencia	Indice de grupo	GRANULOMETRÍA				
																	PORCENTAJE MAS FINO POR PESO				
m.	m.	No						%	Kg/m3	Kg/cm2	%	%	Grupo	Grupo	%		1"	N.4	N.10	N.40	N.200
			lavado			NO SE ENCONTRÓ	**CAPA VEGETAL**														
1.50		1	Estandar	11			**LLENO HETEROGENEO** MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO GRISÁCEO CON ZONAS NARANJA, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON FRAGMENTOS DE ROCA Y ESCOMBROS DE HASTA 2CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=70 Y %ESCOMBROS=30.CONSISTENCIA: FIRME	23			NL	NP	ML	A-1-b			100	78	70.6	54.7	39
2.00			lavado																		
2.50		2	Estandar	12																	
3.00			lavado																		
3.50		3	Shelby	22			MATERIAL LIMO ARENOSO, NO CONSOLIDADO, PARDO NARANJA CON ZONAS CAFÉ, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA BAJA, CON FRAGMENTOS DE ROCA Y LADRILLO DE HASTA 2CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=95 Y %ESCOMBROS=5. CONSISTENCIA: DURA	26			NL	NP	ML	A-1-b			100	95.2	86.1	68.1	52
4.00			lavado																		
4.50		4	Estandar	50				24			NL	NP	SW	A-1-b			100	97.2	91	56.3	41
5.00			lavado				Fin de la perforación 4.45m.														
5.50		5	Estandar																		
6.00			lavado																		
6.50		6	Estandar																		

Curva de Evolución
ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR
(Profundidad vs. Número de golpes)



D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

ESTUDIO DE SUELOS Y AMENAZA DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PUNTO LIMPIO PARA RCD EN EL DISTRITO ESPECIAL MEDELLÍN.

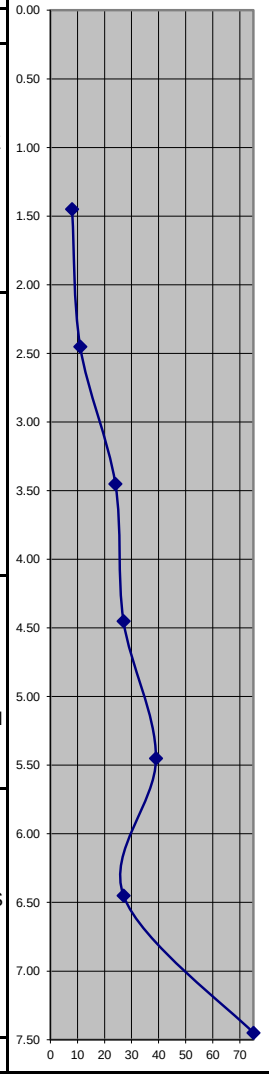
Perforación No: P-5	Ingeniero: M.Q	GRÁFICO No.5
Localización: Ver plano.	Revisó: D.V	
Fecha: 3 de junio de 2023	Operador: JORGE QUINTERO	620/2023
Equipo: Mecánico.		

EXPLORACIÓN DE CAMPO

Profundidad (m.)	Cota (m.)	Muestra (No)	Muestreador	Golpes/30cm	SIMBOLO	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0.00							**CAPA VEGETAL**
0.50			lavado				**LLENO HETEROGENEO** MATERIAL LIMO ARENOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO CON ZONAS NARANJA Y GRISES, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA BAJA, CON FRAGMENTOS DE ROCA Y LADRILLO DE HASTA 2 CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=90 Y %ESCOMBROS=10. CONSISTENCIA: FIRME
1.00							
1.50		1	Estandar	8			
2.00			lavado				
2.50		2	Estandar	11			MATERIAL LIMOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR GRIS CON ZONAS PARDAS, DE HUMEDAD MEDIA Y PLASTICIDAD MEDIA ALTA, CON FRAGMENTOS DE ROCA Y BALDOSA DE HASTA 3.5 CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=70 Y %ESCOMBROS=30. CONSISTENCIA: MUY FIRME A DURA
3.00			lavado				
3.50		3	Estandar	24			
4.00			lavado				
4.50		4	Shelby	27			MATERIAL LIMO ARCILLOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO CON ZONAS GRISES OSCURAS, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON FRAGMENTOS ROCOSOS DE HASTA 3CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=70 Y %ROCA=30. ADEMÁS CON PRESENCIA DE RAÍCES. CONSISTENCIA: DURA
5.00			lavado				
5.50		5	Estandar	39			
6.00			lavado				
6.50		6	Estandar	27			MATERIAL LIMO ARCILLOSO, NO CONSOLIDADO, DE COLOR PARDO A CON ZONAS NARANJA Y GRISES, DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA, CON CLASTOS SUBREDONDEADOS DE HASTA 2CM, CON UNA RELACIÓN %MATRIZ=80 Y %ROCA=20.CONSISTENCIA: DURA
7.00			lavado				
7.50		7	Estandar	75		7.5	Fin de la perforación 8m.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Curva de Evolución
ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR
(Profundidad vs. Número de golpes)



Profundidad (m.)	Humedad (%)	Peso Unitario Seco (Kg/m3)	Compresión Simple (Kg/cm2)	Limite Liquido (%)	Indice Plástico (%)	Clasificación U.S.C (Grupo)	Clasificación AASTHO (Grupo)	Indice de Consistencia (%)	Indice de grupo	GRANULOMETRÍA – PORCENTAJE MAS FINO POR PESO 1"	N.4	N.10	N.40	N.200
1.50	25			NL	NP	ML	A-1-b			100	75.7	66.5	53.1	39
2.50	30			50	11	ML	A-7-6			100	89.1	89.1	59	44
3.50	28			40	11	ML	A-6			100	92.5	89.6	81.7	66
6.50	27			49	8	GC	A-5		1	100	77.6	63.7	50.3	39

ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS RECUPERADAS

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 1** **X=/Y=** **Nivel Freático =** N.P.	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 6.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P1-M1		Material limoso, no consolidado, de color pardo grisáceo con zonas café y naranja, de humedad media y plasticidad baja, con clastos de hasta 1cm, con una relación %Matriz=90 y %Roca=10, con algo de suelo residual. Consistencia: Media	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P1-M2		Material limoso con zonas arenosas, no consolidado, de color pardo con zonas grises, con presencia de clastos de hasta 2 cm, con una relación %Matriz=80 y %Roca=10. Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P1-M3		Material limo arenoso, no consolidado, de color pardo con zonas grises y naranja, de humedad y plasticidad media baja, con presencia de fragmentos de asfalto, ladrillos, con una relación %Matriz=60 y %Escombros: 40. Consistencia: Muy Firme	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 1** **X=/Y=** **Nivel Freático =** N.P.	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 6.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P1-M4		Material limo arenoso con zonas arcillosas, no consolidado, de color gris, de humedad y plasticidad media alta, con presencia de fragmentos de roca redondeados de hasta 5 cm de diámetro, además de ladrillos. Consistencia: Media	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo
P1-M5		**Shelby** Consistencia: Muy Firme	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo
P1-M6		Material limoso, no consolidado, de color naranja con zonas café, de humedad media y plasticidad media alta, con presencia de clastos milimétricos. Consistencia: Dura	Limo (ML)	Depósito de vertiente: Flujo de lodos

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 2** **X=/Y=** **Nivel Freático =** N.P.	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 7.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P2-M1		Material limoso con zonas arenosas, de color pardo con zonas grisáceas y naranja, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos de ladrillos, escombros, además de raíces, medianamente compacto, con una relación %Matriz=70 y %Escombros=30. Consistencia: Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P2-M2		Material limoso, no consolidado, de color pardo grisáceo con zonas naranja, de humedad media baja, con fragmentos de roca y escombros de hasta 3.5 cm, con una relación %Matriz=70 y %Roca=30. Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P2-M3		Material limoso, no consolidado, de color gris con zonas naranja y blancas, de humedad media, con fragmentos de ladrillo de hasta 1.5 cm, además de raíces, con una relación %Matriz=80 y %Escombros=20. Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P2-M4		**Shelby.** Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 2** **X=/Y=** **Nivel Freático =** N.P.	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 7.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P2-M5		Material limoso con zonas arenosas, no consolidado, de color pardo grisáceo, de humedad y plasticidad media, con fragmentos de ladrillo de hasta 1cm, con una relación %Matriz=90 y %Escombros=10 Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P2-M6		Material limoso, no consolidado, de color naranja con zonas grises, de humedad y plasticidad media alta, con clastos menores a 1cm, además con presencia de ladrillo y raíces, con una relación %Matriz=90 y %Escombros=10. Consistencia: Dura	Limo (MH)	Lleno Heterogéneo
P2-M7		Material limo arenoso, no consolidado, de color pardo con zonas naranja y grises, de humedad y plasticidad media, con fragmentos de ladrillo y raíces, con una relación %Matriz=90 y %Escombros=10. Consistencia: Dura	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		Perforación 3 X=/Y= Nivel Freático = N.P.	NOMBRE DE MUESTRA	Prof.: 7.45m
Muestra		Descripción		Litología
P3-M1		Material limoso, no consolidado, de color pardo amarillento con zonas naranja, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos milimétricos de roca y escombros, además con presencia de raíces, con una relación %Matriz=90 y %Escombros=10. Consistencia: Media	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P3-M2		Material limoso, no consolidado, pardo amarillento con zonas naranja, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos de roca y ladrillo de hasta 2.5 cm, con una relación %Matriz=60 y %Escombros=40. Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P3-M3		**Shelby** Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P3-M4		Material arcillo limoso, no consolidado, de color gris con zonas pardas, de humedad media y plasticidad media alta, con fragmentos de cuarzo, raíces y basura. Consistencia: Muy Firme	Arcillo Limoso (CH)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 3** **X=/Y=** **Nivel Freático =** N.P.	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 7.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P3-M5		Material limoso, no consolidado, de color pardo con zonas grises oscuras, de humedad y plasticidad media, con fragmentos rocosos menores a 1cm, con una relación %Matriz=90 y %Roca=10. Consistencia: Dura	Limo (MH)	Lleno Heterogéneo
P3-M6		Material limoso, no consolidado, de color pardo amarillento con zonas naranja y grises, de humedad y plasticidad media, con fragmentos milimétricos de roca y escombros, con una relación %Matriz=90 y %Roca=10. Consistencia: Dura	Limo (MH)	Lleno Heterogéneo
P3-M7		Material arcillo limoso, no consolidado, de color pardo con zonas naranja, de humedad media y plasticidad media alta, con presencia de fragmentos milimétricos de roca, además con presencia de ladrillo y plástico. Consistencia: Dura	Arcillo Limoso (CH)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		Perforación 4 X=/Y= Nivel Freático = N.P.	NOMBRE DE MUESTRA	Prof.: 4.45m
Muestra		Descripción		Litología
P4-M1		Material limoso, no consolidado, de color pardo grisáceo con zonas naranja, de humedad y plasticidad media, con fragmentos de roca y escombros de hasta 2cm, con una relación %Matriz=70 y %Escombros=30. Consistencia: Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P4-M2		Material limo arenoso, no consolidado, pardo naranja con zonas café, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos de roca y ladrillo de hasta 2cm, con una relación %Matriz=80 y %Escombros=20. Consistencia: Firme	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo
P4-M3		**Shelby** Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P4-M4		Material limo arenoso, no consolidado, pardo naranja con zonas café, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos de roca y ladrillo de hasta 2cm, con una relación %Matriz=95 y %Escombros=5. Consistencia: Dura	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 5** **X=/Y=** **Nivel Freático =** 7.00m	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 7.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P5-M1		Material limo arenoso, no consolidado, de color pardo con zonas naranja y grises, de humedad y plasticidad media baja, con fragmentos de roca y ladrillo de hasta 2 cm, con una relación %Matriz=90 y %Escombros=10. Consistencia: Firme	Limo Arenoso (ML)	Lleno Heterogéneo
P5-M2		Material limoso, no consolidado, pardo con zonas naranja, de humedad y plasticidad media, con fragmentos de roca y ladrillo de hasta 1cm, con una relación %Matriz=90 y %Escombros=10. Consistencia: Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P5-M3		Material limoso, no consolidado, de color gris con zonas pardas, de humedad media y plasticidad media alta, con fragmentos de roca y baldosa de hasta 3.5 cm, con una relación %Matriz=70 y %Escombros=30. Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo
P5-M4		**Shelby** Consistencia: Muy Firme	Limo (ML)	Lleno Heterogéneo

PUNTO LIMPIO ENCISO		**Perforación 5** **X=/Y=** **Nivel Freático =** 7.00m	**NOMBRE DE MUESTRA**	**Prof.:** 7.45m
Muestra		**Descripción**		**Litología**
P5-M5		Material limo arcilloso, no consolidado, de color pardo con zonas grises oscuras, de humedad y plasticidad media, con fragmentos rocosos de hasta 3cm, con una relación %Matriz=70 y %Roca=30. Además con presencia de raíces. Consistencia: Dura	Limo Arcilloso (MH)	Lleno Heterogéneo
P5-M6		Material limo arcilloso, no consolidado, de color pardo a con zonas naranja y grises, de humedad y plasticidad media, con clastos subredondeados de hasta 2cm, con una relación %Matriz=80 y %Roca=20. Consistencia: Dura	Limo Arcilloso (MH)	Lleno Heterogéneo
P5-M7		Material limo arcilloso, no consolidado, de color gris oscuro, de humedad y plasticidad media alta, con presencia de fragmentos de roca de hasta 1cm, con una relación %Matriz=90 y %Roca=10 Consistencia: Dura	Limo Arcilloso (MH)	Lleno Heterogéneo

ANEXO 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M1
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P1
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO CON MATERIA ORGANICA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	2
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	547.57
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	453.62
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	251.4
PESO DEL RECIPIENTE.	146.87
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	65.9

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13				LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.	75	70	67	81	80
No. GOLPES.	17	27	35	NA	NA
P. RECIP. + SUELO HÚM.	28.72	27.22	26.16	13.26	14.20
P. RECIP. + SUELO SECO.	23.8	22.55	22.1	12.36	13.39
PESO DEL AGUA GRS.	4.92	4.67	4.06	0.90	0.81
PESO DEL RECIPIENTE.	10.99	10.2	10.96	9.85	11.04
PESO SUELO SECO.	12.81	12.35	11.14	2.51	2.35
% DE HUMEDAD.	**38.4**	**37.8**	**36.4**	**35.9**	**34.5**

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

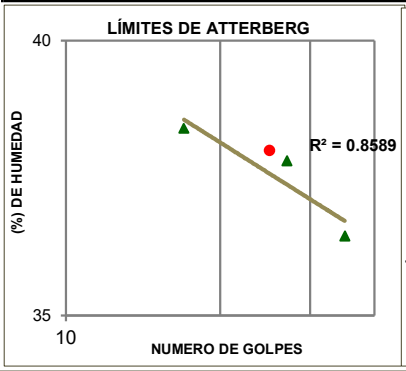
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	12.37	4.0	96.0
3/8	9.525	11.27	3.7	92.3
Nº 4	4.75	7.79	2.5	89.8
Nº 10	2.00	12.86	4.2	85.6
Nº 20	0.85	13.00	4.2	81.3
Nº 40	0.425	14.67	4.8	76.5
Nº 60	0.250	11.32	3.7	72.9
Nº 100	0.150	9.27	3.0	69.8
Nº 200	0.075	11.84	3.9	66.0
Fondo		0.36	0.1	

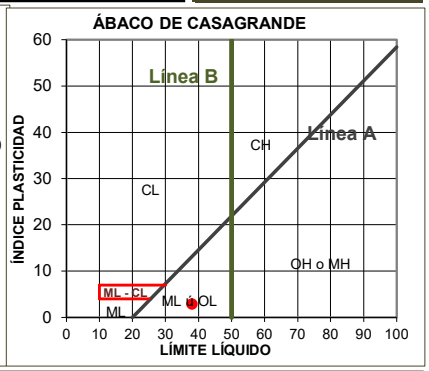
Error:	-0.21	OK

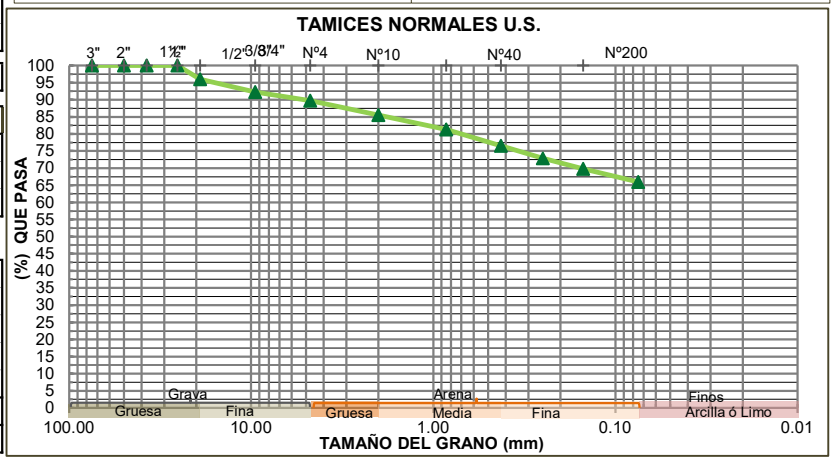
Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	10.2	**% Que pasa No,10**	85.6
% Arenas	23.8	**% Que pasa No,40**	76.5
% Finos	66.0	**% Que pasa No 200**	66.0

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	31
Límite Líquido (%)	38
Límite Plástico (%)	35
Índice de Plasticidad	3
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	2
Clasificación AASHTO	A-5

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M2
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P1
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	88
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	389.38
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	326.38
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	223.58
PESO DEL RECIPIENTE.	112.82
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	48.1

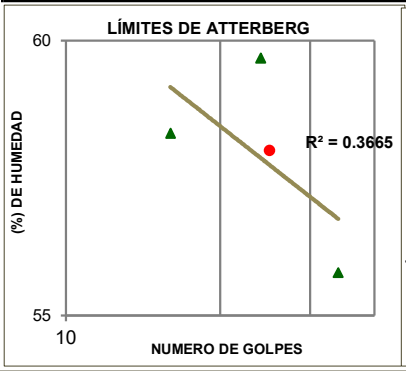
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	89	64	65
No. GOLPES.	16	24	34
P. RECIP. + SUELO HÚM.	17.94	19.05	18.78
P. RECIP. + SUELO SECO.	15.45	16.03	16.03
PESO DEL AGUA GRS.	2.49	3.02	2.75
PESO DEL RECIPIENTE.	11.18	10.97	11.1
PESO SUELO SECO.	4.27	5.06	4.93
% DE HUMEDAD.	**58.3**	**59.7**	**55.8**

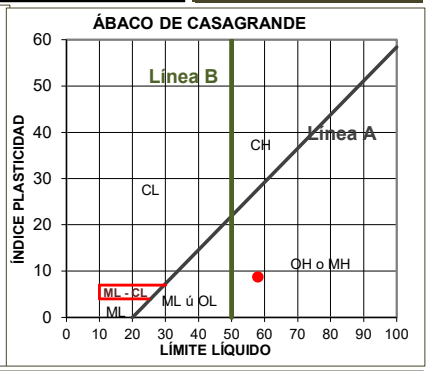
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**
72	74
NA	NA
13.49	14.03
12.67	13.18
0.82	0.85
11.02	11.44
1.65	1.74
49.7	**48.9**

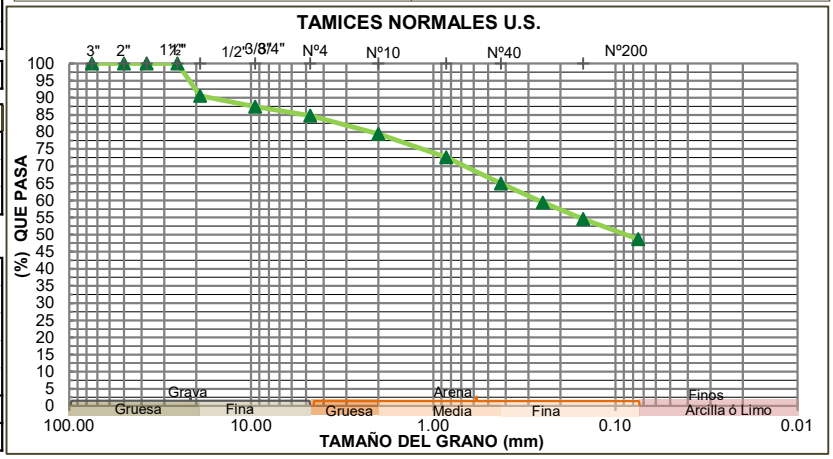
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	20.19	9.5	90.5
3/8	9.525	6.75	3.2	87.4
Nº 4	4.75	5.45	2.6	84.8
Nº 10	2.00	11.66	5.5	79.4
Nº 20	0.85	14.45	6.8	72.6
Nº 40	0.425	16.41	7.7	64.9
Nº 60	0.250	11.73	5.5	59.4
Nº 100	0.150	10.35	4.8	54.6
Nº 200	0.075	12.50	5.9	48.7
Fondo		0.95	0.4	

Error:	0.29	OK







Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	15.2	**% Que pasa No,10**	79.4
% Arenas	36.1	**% Que pasa No,40**	64.9
% Finos	48.6	**% Que pasa No 200**	48.7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	29
Límite Líquido (%)	58
Límite Plástico (%)	49
Índice de Plasticidad	9
Clasificación USC	MH
Índice de Grupo	4
Clasificación AASHTO	A-5

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	P1
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	M3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	94
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	302
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	224
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	201
PESO DEL RECIPIENTE.	61
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	14.1

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**

NP

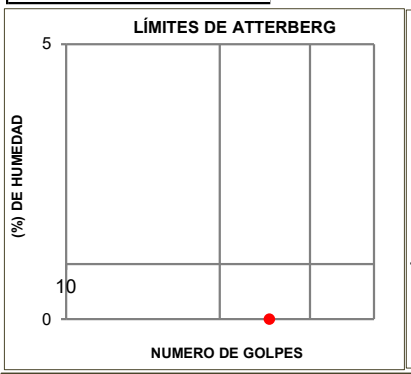
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	13.00	8.0	92.0
Nº 4	4.75	29.00	17.8	74.2
Nº 10	2.00	39.00	23.9	50.3
Nº 20	0.85	23.00	14.1	36.2
Nº 40	0.425	13.00	8.0	28.2
Nº 60	0.250	7.00	4.3	23.9
Nº 100	0.150	6.00	3.7	20.2
Nº 200	0.075	8.00	4.9	15.3
Fondo		2.00	1.2	

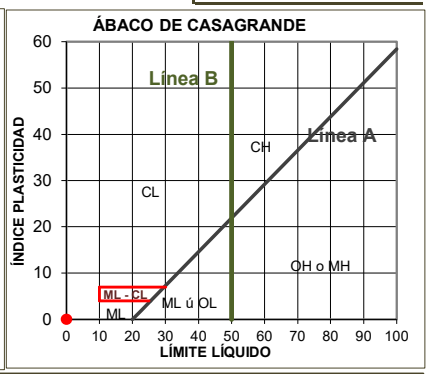
Error:	0.00	OK

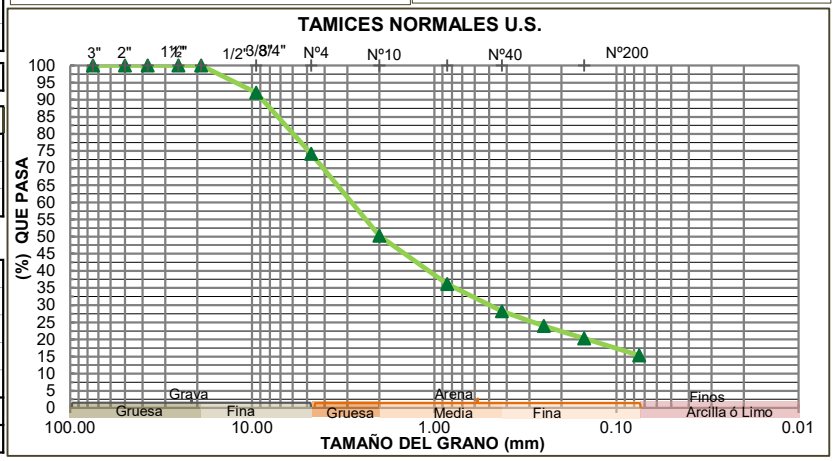
Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	25.8	**% Que pasa No,10**	50.3
% Arenas	58.9	**% Que pasa No,40**	28.2
% Finos	15.3	**% Que pasa No 200**	15.3

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	48
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M4
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P1
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	89
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	436.8
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	353.8
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	230.46
PESO DEL RECIPIENTE.	113.79
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	51.4

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

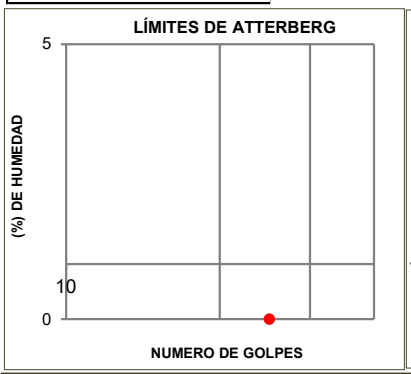
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	8.46	3.5	96.5
3/8	9.525	9.13	3.8	92.7
Nº 4	4.75	8.58	3.6	89.1
Nº 10	2.00	17.43	7.3	81.8
Nº 20	0.85	13.53	5.6	76.2
Nº 40	0.425	16.06	6.7	69.5
Nº 60	0.250	16.93	7.1	62.5
Nº 100	0.150	11.66	4.9	57.6
Nº 200	0.075	14.32	6.0	51.6
Fondo		0.75	0.3	

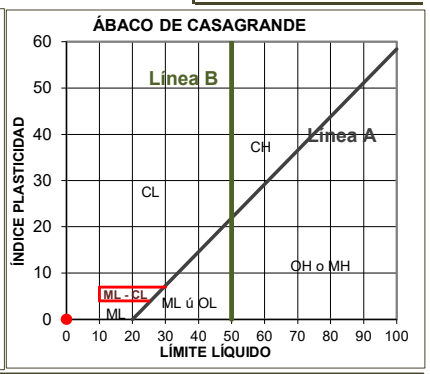
Error:	**-0.15**	**OK**

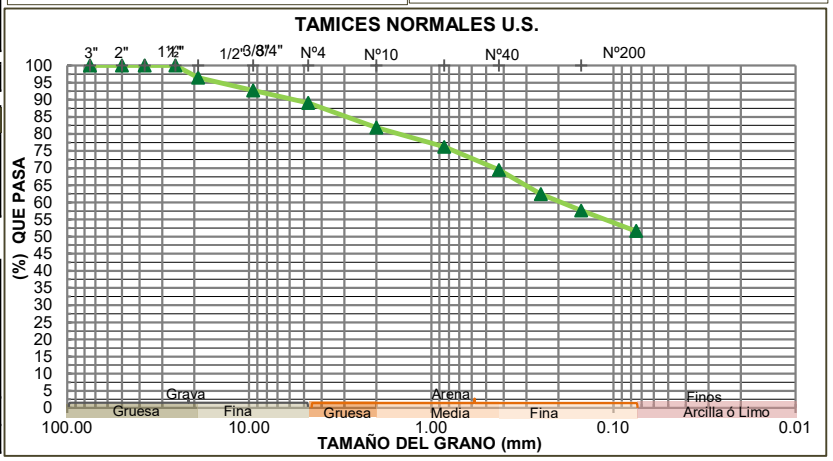
Clasificación USC		**Clasificación AASHTO**	
% Gravas	10.9	**% Que pasa No,10**	81.8
% Arenas	37.5	**% Que pasa No,40**	69.5
% Finos	51.7	**% Que pasa No 200**	51.6

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	35
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	**MARCA/REFERENCIA**	**NÚMERO SERIE**	**CÓDIGO INT.**	**FECHA DE CALIBRACIÓN**
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M6
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P1
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	ARCILLA LIMOSA DE COLOR AMARILLO DE COLOR AMARILLO, ALTA PLASTICIDAD Y HUMEDAD MEDIA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	7
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	388.82
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	328.95
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	227.43
PESO DEL RECIPIENTE.	169.89
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	63.8

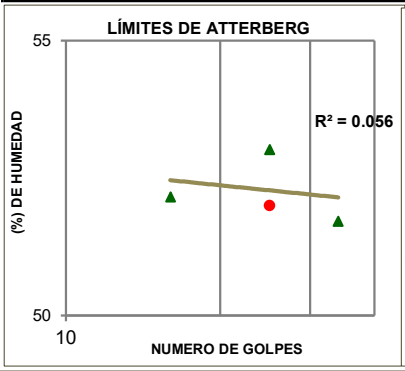
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	66	82	100
No. GOLPES.	16	25	34
P. RECIP. + SUELO HÚM.	20.23	22.11	19.34
P. RECIP. + SUELO SECO.	17.09	18.33	16.47
PESO DEL AGUA GRS.	3.14	3.78	2.87
PESO DEL RECIPIENTE.	11.07	11.2	10.92
PESO SUELO SECO.	6.02	7.13	5.55
% DE HUMEDAD.	**52.2**	**53.0**	**51.7**

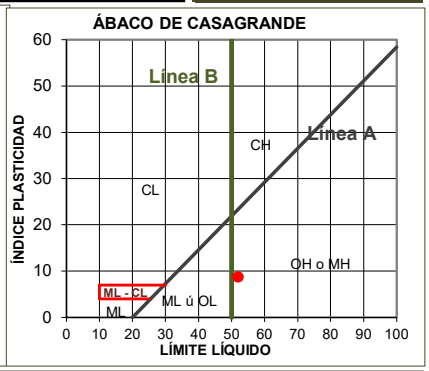
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
1	**2**
77	74
NA	NA
16.72	15.21
14.96	14.07
1.76	1.14
11.05	11.33
3.91	2.74
45.0	**41.6**

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

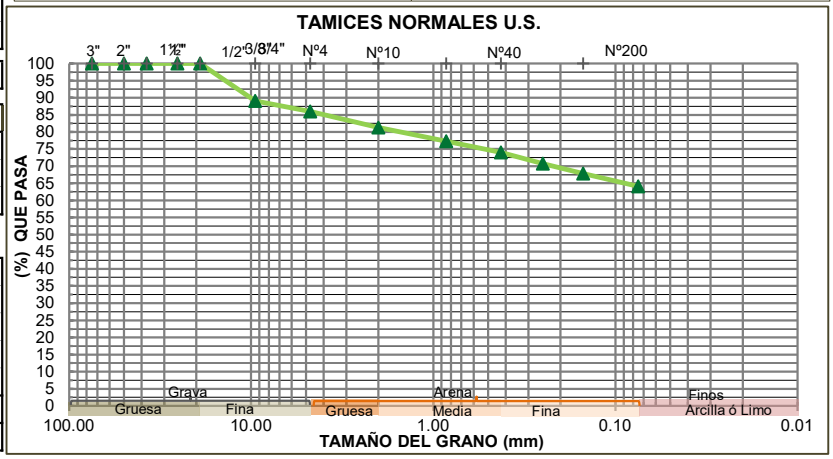
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	17.32	10.9	89.1
Nº 4	4.75	4.93	3.1	86.0
Nº 10	2.00	7.55	4.7	81.3
Nº 20	0.85	6.23	3.9	77.3
Nº 40	0.425	5.23	3.3	74.1
Nº 60	0.250	5.31	3.3	70.7
Nº 100	0.150	4.45	2.8	67.9
Nº 200	0.075	6.12	3.8	64.1
Fondo		0.27	0.2	

Error:	0.23	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	14.0	**% Que pasa No,10**	81.3
% Arenas	21.9	**% Que pasa No,40**	74.1
% Finos	64.0	**% Que pasa No 200**	64.1



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	38
Límite Líquido (%)	52
Límite Plástico (%)	43
Índice de Plasticidad	9
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	7
Clasificación AASHTO	A-5

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M1
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P2
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	6
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	550.66
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	478.18
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	358.26
PESO DEL RECIPIENTE.	127.00
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	34.1

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

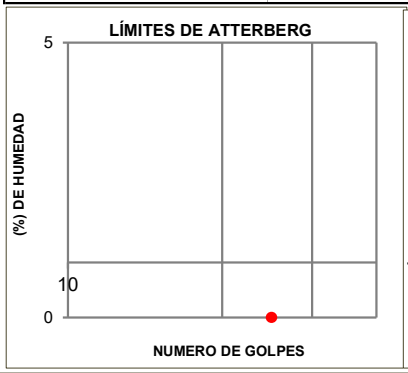
NL

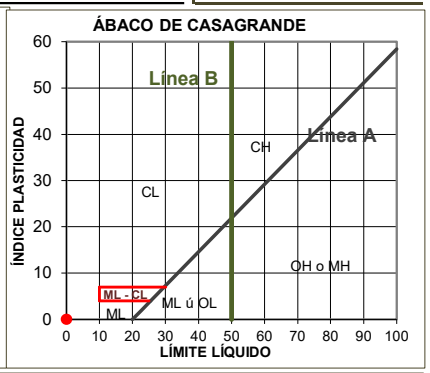
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

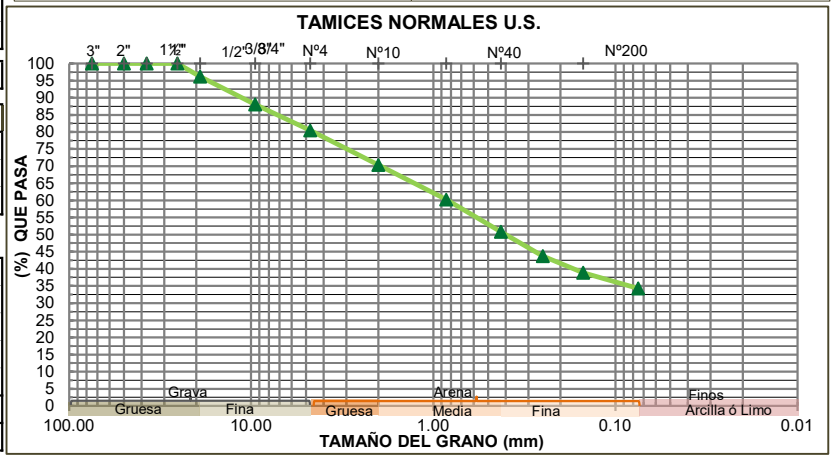
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	13.51	3.8	96.2
3/8	9.525	28.48	8.1	88.0
Nº 4	4.75	26.89	7.7	80.4
Nº 10	2.00	35.42	10.1	70.3
Nº 20	0.85	35.41	10.1	60.2
Nº 40	0.425	33.15	9.4	50.8
Nº 60	0.250	24.79	7.1	43.7
Nº 100	0.150	17.14	4.9	38.8
Nº 200	0.075	15.82	4.5	34.3
Fondo		0.62	0.2	

Error:	0.01	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	19.6	**% Que pasa No,10**	70.3
% Arenas	46.1	**% Que pasa No,40**	50.8
% Finos	34.3	**% Que pasa No 200**	34.3



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	21
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M2
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P2
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	5
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	440.68
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	377.72
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	258.78
PESO DEL RECIPIENTE.	127.68
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	47.6

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

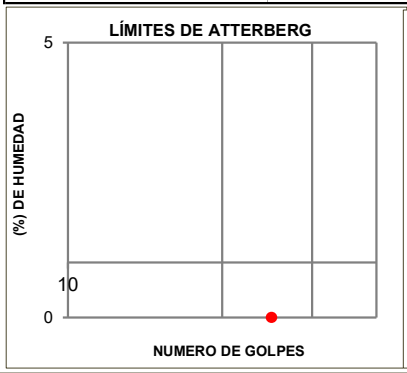
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	10.52	4.2	95.8
3/8	9.525	12.32	4.9	90.9
Nº 4	4.75	16.28	6.5	84.4
Nº 10	2.00	25.90	10.4	74.0
Nº 20	0.85	16.24	6.5	67.5
Nº 40	0.425	14.46	5.8	61.7
Nº 60	0.250	13.96	5.6	56.1
Nº 100	0.150	11.34	4.5	51.6
Nº 200	0.075	9.69	3.9	47.7
Fondo		0.32	0.1	

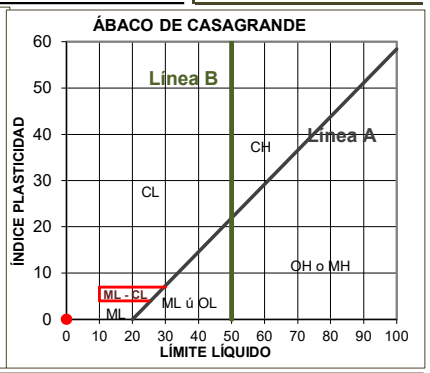
Error:	**0.05**	**OK**

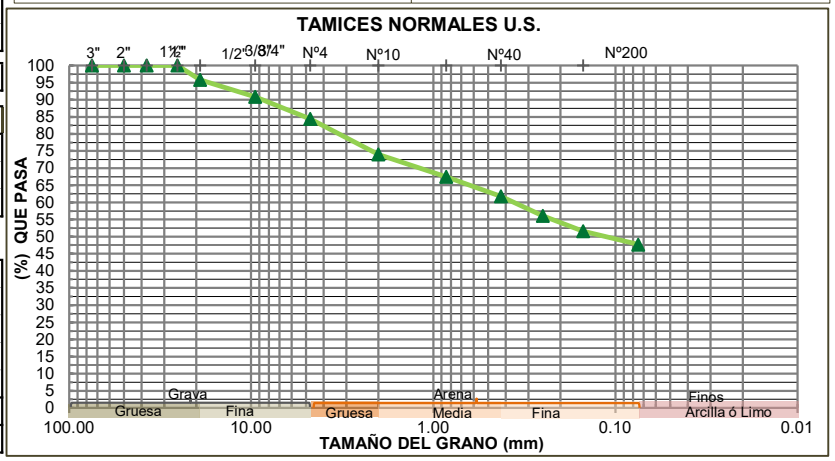
Clasificación USC		**Clasificación AASHTO**	
% Gravas	15.6	**% Que pasa No,10**	74.0
% Arenas	36.6	**% Que pasa No,40**	61.7
% Finos	47.7	**% Que pasa No 200**	47.7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	25
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	**MARCA/REFERENCIA**	**NÚMERO SERIE**	**CÓDIGO INT.**	**FECHA DE CALIBRACIÓN**
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M3
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P2
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO Y MATERIA ORGANICA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	17
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	522.53
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	479.6
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	397.64
PESO DEL RECIPIENTE.	272.3
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	39.5

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

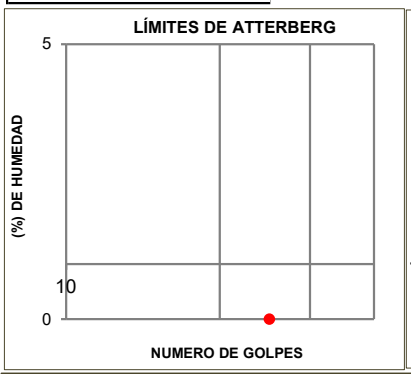
NL

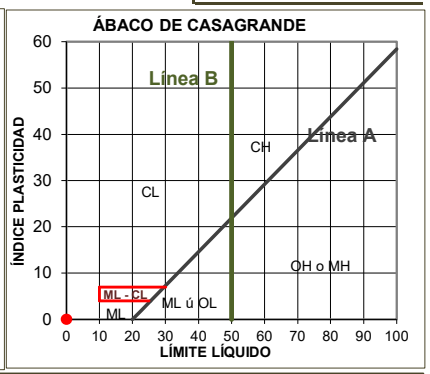
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

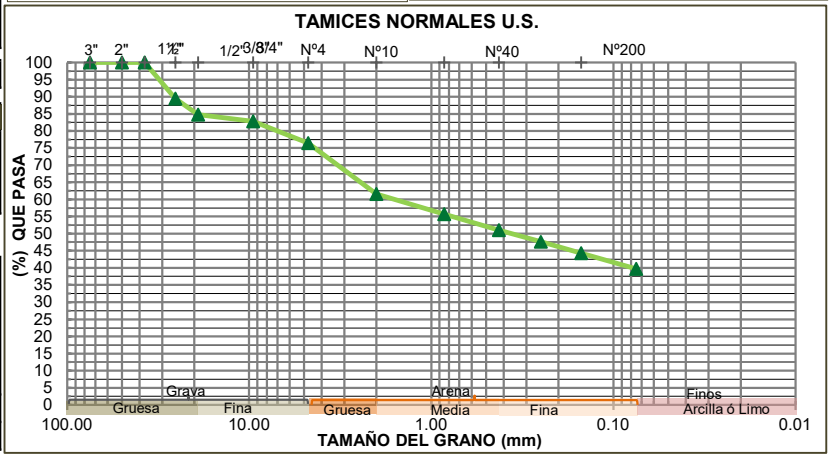
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	21.91	10.6	89.4
3/4	19.05	9.69	4.7	84.8
3/8	9.525	4.08	2.0	82.8
Nº 4	4.75	13.03	6.3	76.5
Nº 10	2.00	30.85	14.9	61.6
Nº 20	0.85	12.25	5.9	55.7
Nº 40	0.425	9.63	4.6	51.1
Nº 60	0.250	7.15	3.4	47.6
Nº 100	0.150	6.75	3.3	44.4
Nº 200	0.075	9.63	4.6	39.7
Fondo		0.36	0.2	

Error:	0.01	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	23.5	**% Que pasa No,10**	61.6
% Arenas	36.8	**% Que pasa No,40**	51.1
% Finos	39.7	**% Que pasa No 200**	39.7



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	21
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M5
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P2
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	92
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	399.26
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	337.89
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	248.61
PESO DEL RECIPIENTE.	70.56
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	33.4

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

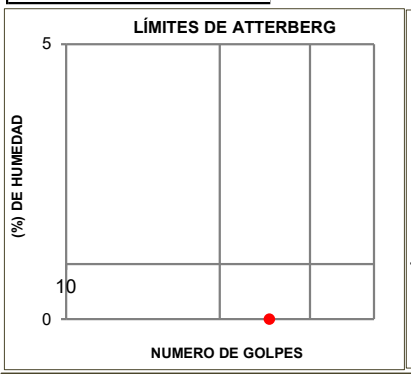
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	12.30	4.6	95.4
Nº 4	4.75	14.81	5.5	89.9
Nº 10	2.00	45.88	17.2	72.7
Nº 20	0.85	35.55	13.3	59.4
Nº 40	0.425	27.07	10.1	49.3
Nº 60	0.250	16.81	6.3	43.0
Nº 100	0.150	11.73	4.4	38.6
Nº 200	0.075	13.05	4.9	33.7
Fondo		0.51	0.2	

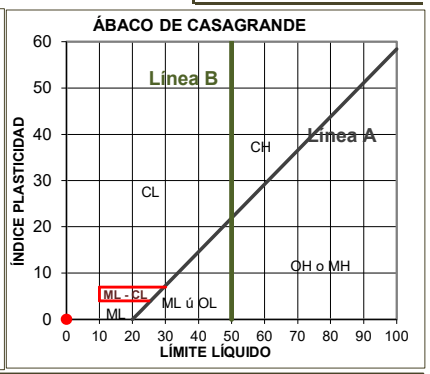
Error:	**0.19**	**OK**

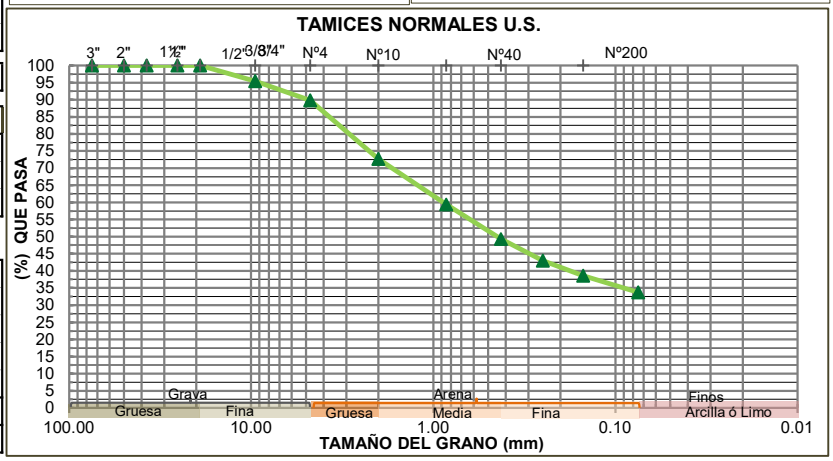
Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	10.1	**% Que pasa No,10**	72.7
% Arenas	56.1	**% Que pasa No,40**	49.3
% Finos	33.6	**% Que pasa No 200**	33.7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	23
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M6
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P2
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	95
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	374.87
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	309.59
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	206.87
PESO DEL RECIPIENTE.	70.42
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	42.9

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

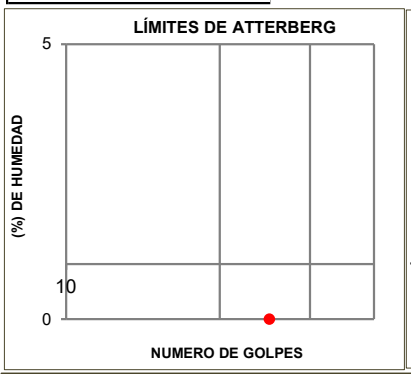
NL

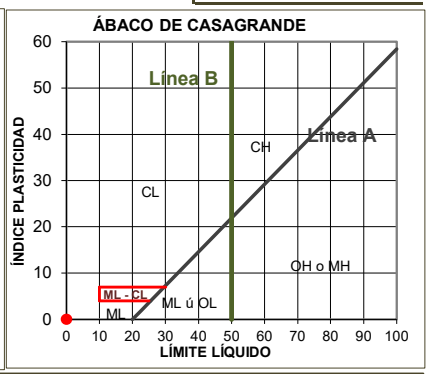
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

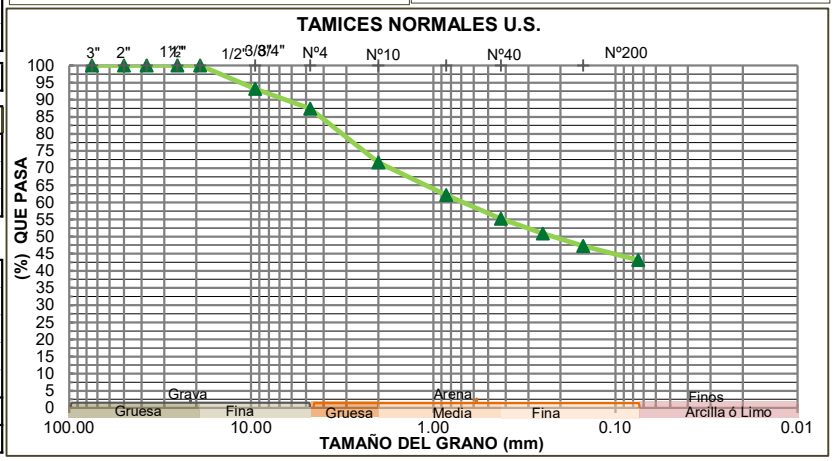
NP

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	16.15	6.8	93.2
Nº 4	4.75	13.96	5.8	87.4
Nº 10	2.00	37.62	15.7	71.7
Nº 20	0.85	22.81	9.5	62.1
Nº 40	0.425	16.47	6.9	55.3
Nº 60	0.250	10.35	4.3	50.9
Nº 100	0.150	8.66	3.6	47.3
Nº 200	0.075	9.98	4.2	43.1
Fondo		0.36	0.2	

Error:	0.07	OK







Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	12.6	**% Que pasa No,10**	71.7
% Arenas	44.3	**% Que pasa No,40**	55.3
% Finos	43.1	**% Que pasa No 200**	43.1

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	27
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M7
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P2
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	ARCILLA LIMOSA DE COLOR AMARILLO, ALTA PLASTICIDAD Y ALTA HUMEDAD	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

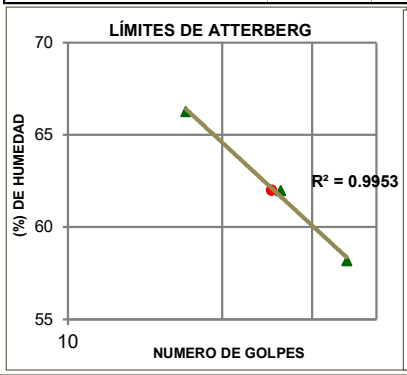
CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	93
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	376.68
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	301.11
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	172.16
PESO DEL RECIPIENTE.	70.59
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	55.9

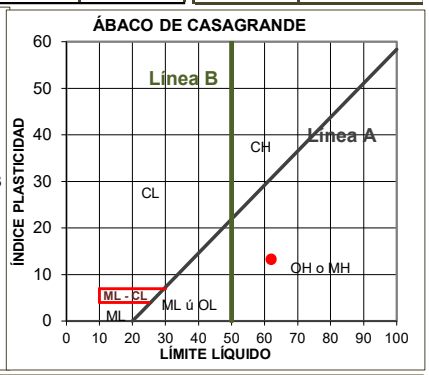
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13				LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.	90	73	92	78	88
No. GOLPES.	17	26	35	NA	NA
P. RECIP. + SUELO HÚM.	17.02	19.65	20.78	13.1	13.34
P. RECIP. + SUELO SECO.	14.78	16.16	17.22	12.41	12.57
PESO DEL AGUA GRS.	2.24	3.49	3.56	0.69	0.77
PESO DEL RECIPIENTE.	11.4	10.53	11.1	10.95	11.04
PESO SUELO SECO.	3.38	5.63	6.12	1.46	1.53
% DE HUMEDAD.	**66.3**	**62.0**	**58.2**	**47.3**	**50.3**

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

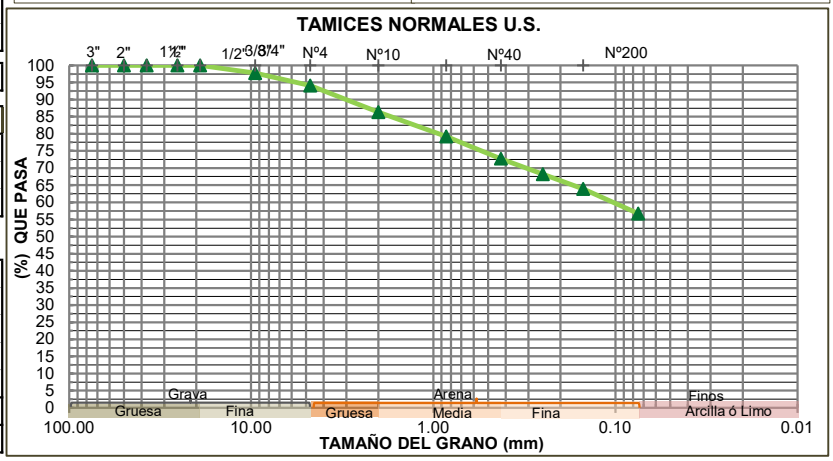
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	5.23	2.3	97.7
Nº 4	4.75	8.36	3.6	94.1
Nº 10	2.00	17.88	7.8	86.3
Nº 20	0.85	16.51	7.2	79.2
Nº 40	0.425	14.92	6.5	72.7
Nº 60	0.250	10.46	4.5	68.2
Nº 100	0.150	9.76	4.2	63.9
Nº 200	0.075	16.68	7.2	56.7
Fondo		1.77	0.8	

Error:	0.00	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	5.9	**% Que pasa No,10**	86.3
% Arenas	37.4	**% Que pasa No,40**	72.7
% Finos	56.7	**% Que pasa No 200**	56.7



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	33
Límite Líquido (%)	62
Límite Plástico (%)	49
Índice de Plasticidad	13
Clasificación USC	OH
Índice de Grupo	8
Clasificación AASHTO	A-7-6

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M1
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	91
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	375.74
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	319.14
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	193.11
PESO DEL RECIPIENTE.	70.65
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	50.7

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

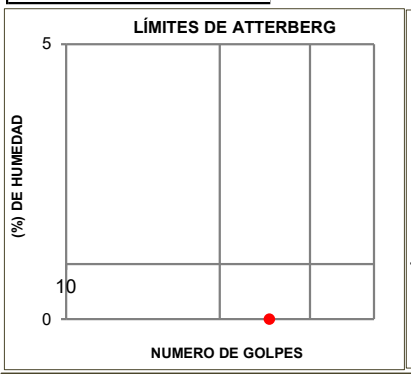
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	4.79	1.9	98.1
3/8	9.525	10.94	4.4	93.7
Nº 4	4.75	9.23	3.7	90.0
Nº 10	2.00	16.58	6.7	83.3
Nº 20	0.85	17.96	7.2	76.1
Nº 40	0.425	19.64	7.9	68.2
Nº 60	0.250	18.26	7.3	60.8
Nº 100	0.150	14.46	5.8	55.0
Nº 200	0.075	10.02	4.0	51.0
Fondo		0.36	0.1	

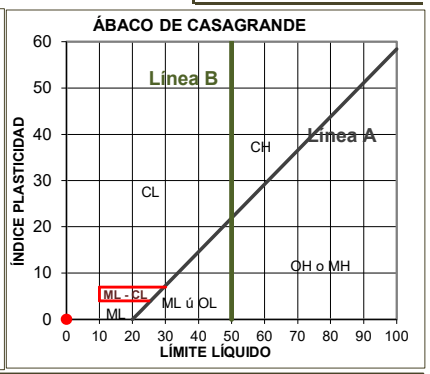
Error:	0.18	OK

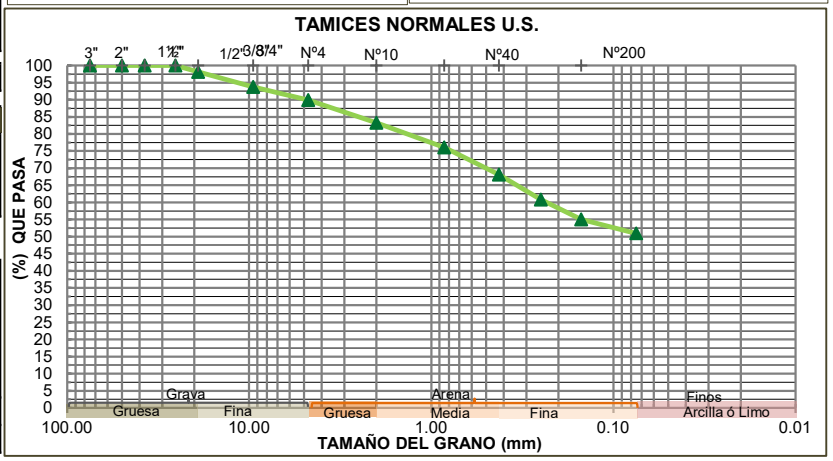
Clasificación USC		**Clasificación AASHTO**	
% Gravas	10.0	**% Que pasa No,10**	83.3
% Arenas	39.0	**% Que pasa No,40**	68.2
% Finos	50.9	**% Que pasa No 200**	51.0

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	23
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No**:	M2
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m)**:	P3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA**:	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:		**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	94
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	522.32
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	445.91
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	229.92
PESO DEL RECIPIENTE.	60.59
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	56.1

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

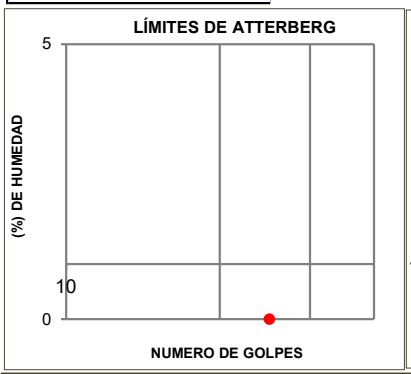
NL

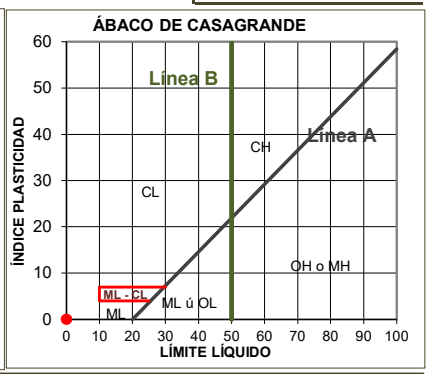
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

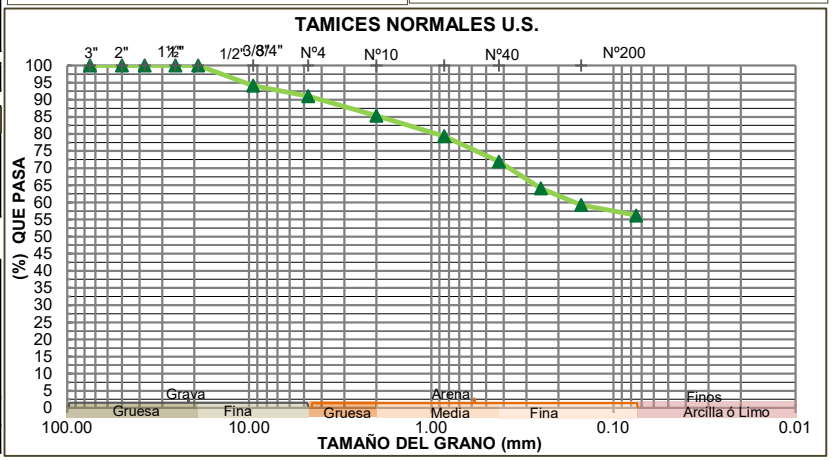
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	22.77	5.9	94.1
Nº 4	4.75	11.68	3.0	91.1
Nº 10	2.00	22.15	5.7	85.3
Nº 20	0.85	23.04	6.0	79.3
Nº 40	0.425	28.54	7.4	71.9
Nº 60	0.250	30.16	7.8	64.1
Nº 100	0.150	18.88	4.9	59.2
Nº 200	0.075	11.50	3.0	56.2
Fondo		0.45	0.1	

Error:	0.09	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	8.9	**% Que pasa No,10**	85.3
% Arenas	34.8	**% Que pasa No,40**	71.9
% Finos	56.2	**% Que pasa No 200**	56.2



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	20
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M4
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:		**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	1
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	360.24
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	321.39
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	240.14
PESO DEL RECIPIENTE.	144.24
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	45.9

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

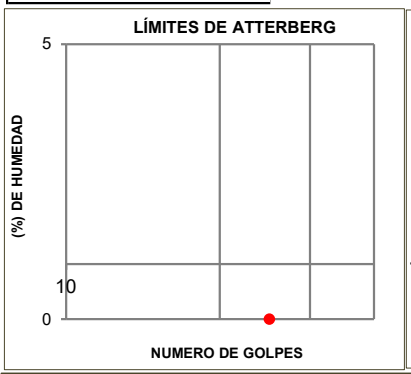
NL

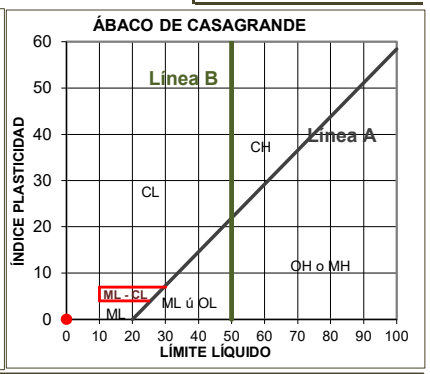
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

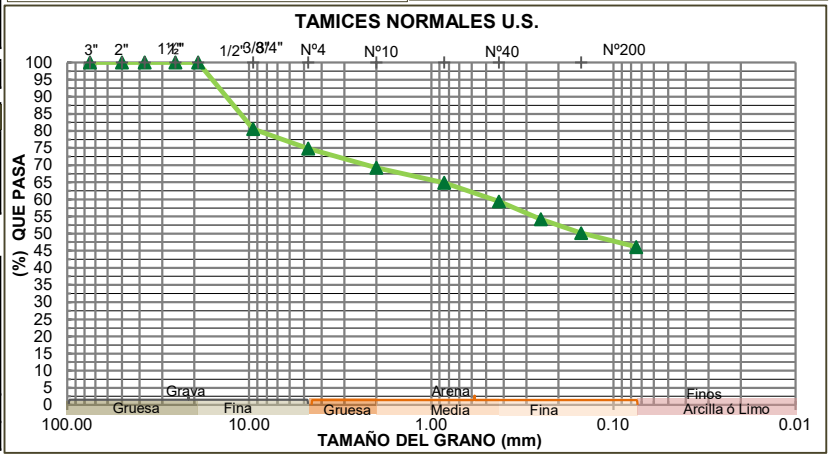
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	34.38	19.4	80.6
Nº 4	4.75	10.10	5.7	74.9
Nº 10	2.00	10.02	5.7	69.2
Nº 20	0.85	7.76	4.4	64.9
Nº 40	0.425	9.75	5.5	59.4
Nº 60	0.250	9.21	5.2	54.2
Nº 100	0.150	7.12	4.0	50.1
Nº 200	0.075	7.09	4.0	46.1
Fondo		0.30	0.2	

Error:	0.18	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	25.1	**% Que pasa No,10**	69.2
% Arenas	28.8	**% Que pasa No,40**	59.4
% Finos	46.0	**% Que pasa No 200**	46.1



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	22
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M5
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LIMO ARENOSO COLOR CAFÉ CLARO CON BETAS VERDES, BAJA HUMEDAD Y PLASTICIDAD MEDIA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	97
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	268.72
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	218.9
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	153.09
PESO DEL RECIPIENTE.	58.46
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	41.0

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	66	99	93
No. GOLPES.	18	25	37
P. RECIP. + SUELO HÚM.	20.03	22.27	23.14
P. RECIP. + SUELO SECO.	17.48	19.11	19.75
PESO DEL AGUA GRS.	2.55	3.16	3.39
PESO DEL RECIPIENTE.	11.08	11.09	10.61
PESO SUELO SECO.	6.4	8.02	9.14
% DE HUMEDAD.	**39.8**	**39.4**	**37.1**

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**
68	69
NA	NA
14.02	14.15
13.31	13.41
0.71	0.74
11.17	11.07
2.14	2.34
33.2	**31.6**

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

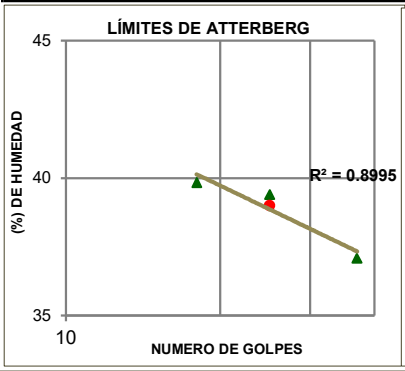
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	9.55	6.0	94.0
Nº 4	4.75	18.24	11.4	82.7
Nº 10	2.00	19.90	12.4	70.3
Nº 20	0.85	13.00	8.1	62.2
Nº 40	0.425	9.74	6.1	56.1
Nº 60	0.250	7.82	4.9	51.2
Nº 100	0.150	6.93	4.3	46.9
Nº 200	0.075	9.13	5.7	41.2
Fondo		0.28	0.2	

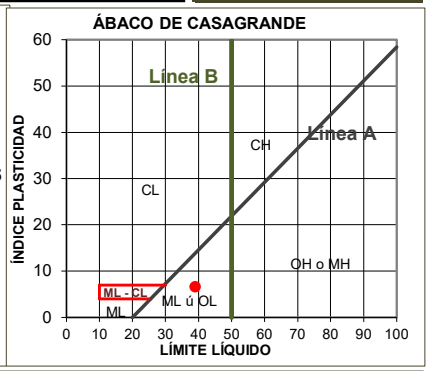
Error:	0.04	OK

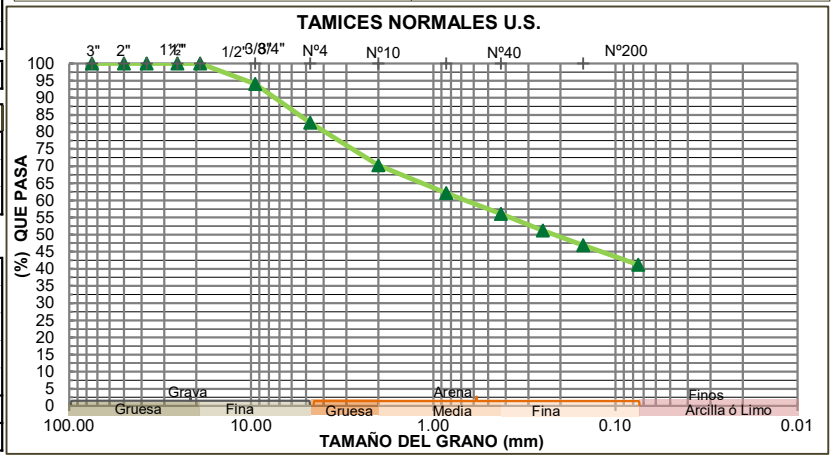
Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	17.3	**% Que pasa No,10**	70.3
% Arenas	41.5	**% Que pasa No,40**	56.1
% Finos	41.2	**% Que pasa No 200**	41.2

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	31
Límite Líquido (%)	39
Límite Plástico (%)	32
Índice de Plasticidad	7
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	0
Clasificación AASHTO	A-5

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M6
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	ARCILLA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO, BAJA HUMEDAD Y ALTA PLASTICIDAD	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	96
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	272.82
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	229.35
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	151.64
PESO DEL RECIPIENTE.	60.7
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	46.1

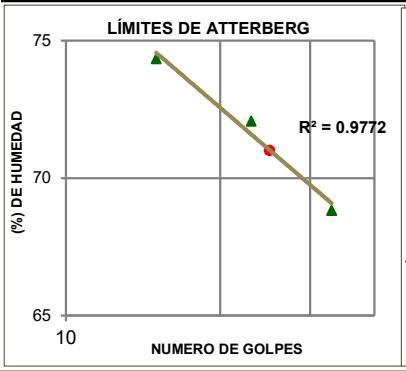
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	91	82	100
No. GOLPES.	15	23	33
P. RECIP. + SUELO HÚM.	17.38	20.32	22.14
P. RECIP. + SUELO SECO.	14.57	16.5	17.57
PESO DEL AGUA GRS.	2.81	3.82	4.57
PESO DEL RECIPIENTE.	10.79	11.2	10.93
PESO SUELO SECO.	3.78	5.3	6.64
% DE HUMEDAD.	**74.3**	**72.1**	**68.8**

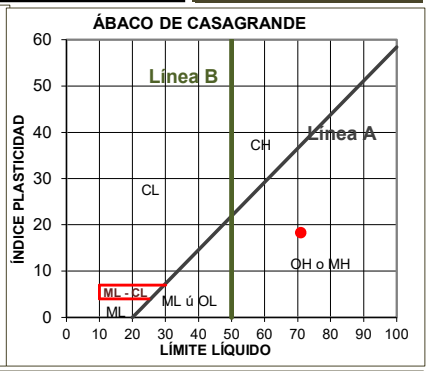
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**	
63	96	
NA	NA	
13.57	13.47	
12.75	12.62	
0.82	0.85	
11.15	11.05	
1.60	1.57	
51.3	**54.1**	

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

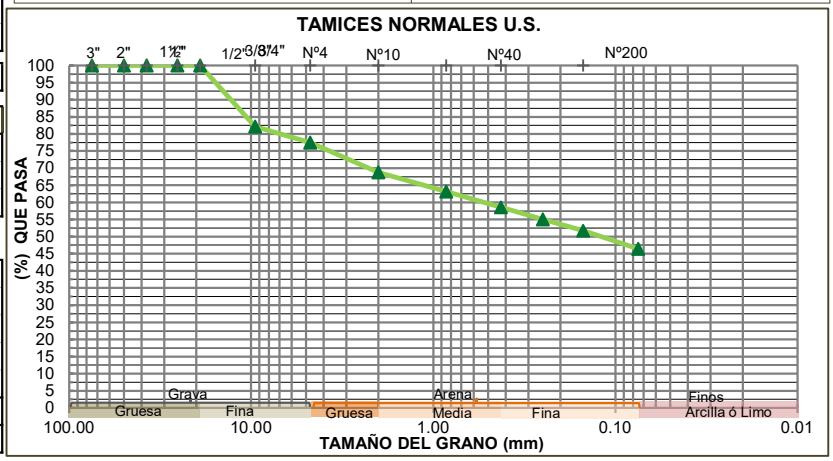
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	30.09	17.8	82.2
Nº 4	4.75	7.94	4.7	77.5
Nº 10	2.00	14.60	8.7	68.8
Nº 20	0.85	9.51	5.6	63.2
Nº 40	0.425	7.70	4.6	58.6
Nº 60	0.250	6.04	3.6	55.0
Nº 100	0.150	5.47	3.2	51.8
Nº 200	0.075	9.04	5.4	46.4
Fondo		0.48	0.3	

Error:	0.08	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	22.5	**% Que pasa No,10**	68.8
% Arenas	31.0	**% Que pasa No,40**	58.6
% Finos	46.4	**% Que pasa No 200**	46.4



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	26
Límite Líquido (%)	71
Límite Plástico (%)	53
Índice de Plasticidad	18
Clasificación USC	SW-SM
Índice de Grupo	7
Clasificación AASHTO	A-7-6

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M7
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P3
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	ARCILLA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO CON POCO ARENA, ALTA PLASTICIDAD Y HUMEDAD MEDIA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	99
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	277.47
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	211.67
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	109.98
PESO DEL RECIPIENTE.	51.16
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	63.4

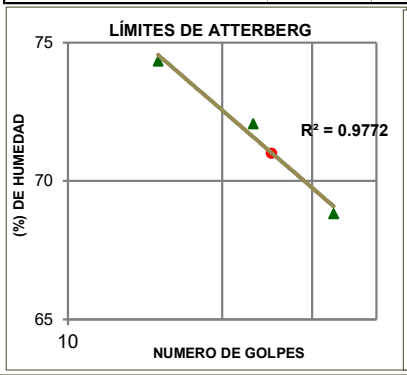
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	91	82	100
No. GOLPES.	15	23	33
P. RECIP. + SUELO HÚM.	17.38	20.32	22.14
P. RECIP. + SUELO SECO.	14.57	16.5	17.57
PESO DEL AGUA GRS.	2.81	3.82	4.57
PESO DEL RECIPIENTE.	10.79	11.2	10.93
PESO SUELO SECO.	3.78	5.3	6.64
% DE HUMEDAD.	**74.3**	**72.1**	**68.8**

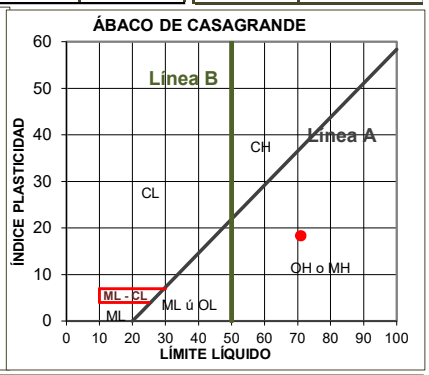
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**
63	96
NA	NA
13.57	13.47
12.75	12.62
0.82	0.85
11.15	11.05
1.60	1.57
51.3	**54.1**

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

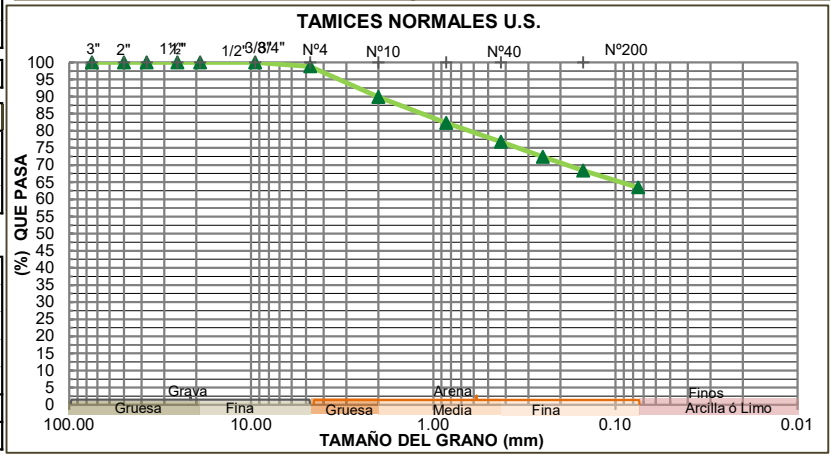
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	1.96	1.2	98.8
Nº 10	2.00	14.22	8.9	89.9
Nº 20	0.85	12.14	7.6	82.4
Nº 40	0.425	9.00	5.6	76.7
Nº 60	0.250	6.94	4.3	72.4
Nº 100	0.150	6.56	4.1	68.3
Nº 200	0.075	7.77	4.8	63.5
Fondo		0.20	0.1	

Error:	0.05	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	1.2	**% Que pasa No,10**	89.9
% Arenas	35.3	**% Que pasa No,40**	76.7
% Finos	63.5	**% Que pasa No 200**	63.5



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	41
Límite Líquido (%)	71
Límite Plástico (%)	53
Índice de Plasticidad	18
Clasificación USC	MH
Índice de Grupo	14
Clasificación AASHTO	A-7-6

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M1
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P4
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	98
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	420.89
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	353.08
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	239.26
PESO DEL RECIPIENTE.	58.74
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	38.7

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

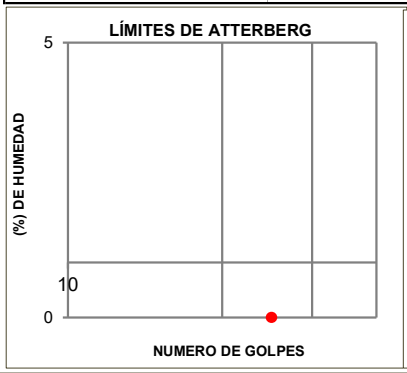
NL

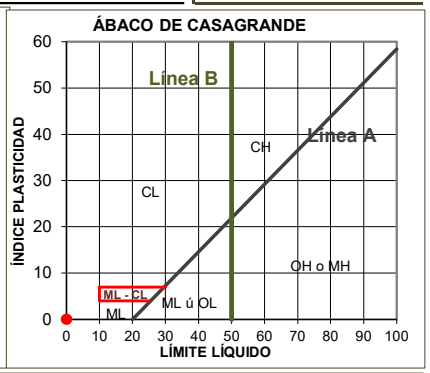
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

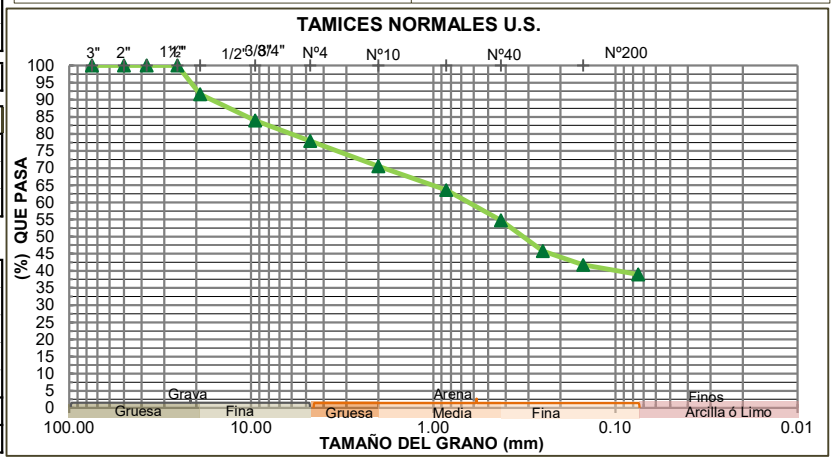
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	24.61	8.4	91.6
3/8	9.525	22.59	7.7	84.0
Nº 4	4.75	17.63	6.0	78.0
Nº 10	2.00	21.82	7.4	70.6
Nº 20	0.85	20.43	6.9	63.6
Nº 40	0.425	26.14	8.9	54.7
Nº 60	0.250	26.39	9.0	45.8
Nº 100	0.150	11.91	4.0	41.7
Nº 200	0.075	8.11	2.8	39.0
Fondo		0.41	0.1	

Error:	0.27	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	22.0	**% Que pasa No,10**	70.6
% Arenas	39.0	**% Que pasa No,40**	54.7
% Finos	38.8	**% Que pasa No 200**	39.0



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	23
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M2
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P4
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	100
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	422.98
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	347.08
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	197.86
PESO DEL RECIPIENTE.	58.21
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	51.7

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

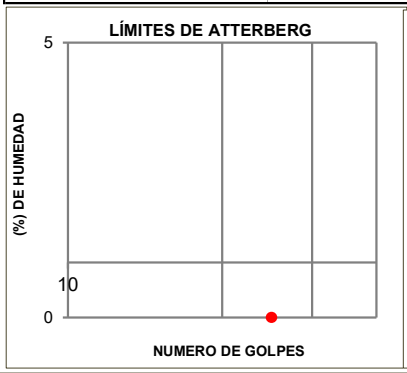
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	1.06	0.4	99.6
Nº 4	4.75	12.76	4.4	95.2
Nº 10	2.00	26.47	9.2	86.1
Nº 20	0.85	25.37	8.8	77.3
Nº 40	0.425	26.45	9.2	68.1
Nº 60	0.250	26.12	9.0	59.1
Nº 100	0.150	12.23	4.2	54.8
Nº 200	0.075	9.06	3.1	51.7
Fondo		0.27	0.1	

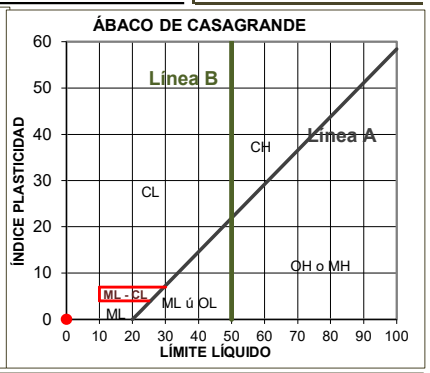
Error:	**-0.10**	**OK**

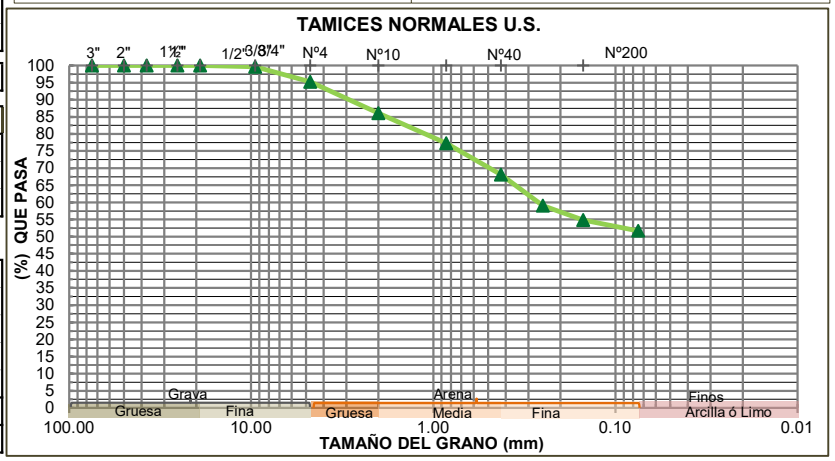
Clasificación USC		**Clasificación AASHTO**	
% Gravas	4.8	**% Que pasa No,10**	86.1
% Arenas	43.5	**% Que pasa No,40**	68.1
% Finos	51.7	**% Que pasa No 200**	51.7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	26
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	**MARCA/REFERENCIA**	**NÚMERO SERIE**	**CÓDIGO INT.**	**FECHA DE CALIBRACIÓN**
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M4
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P4
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	100
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	161.06
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	139.35
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	102.05
PESO DEL RECIPIENTE.	48.17
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	40.9

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

NL

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
	1	**2**

NP

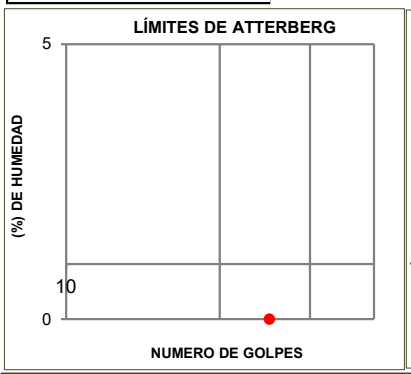
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	2.54	2.8	97.2
Nº 4	4.75	5.68	6.2	91.0
Nº 10	2.00	12.90	14.1	76.8
Nº 20	0.85	10.52	11.5	65.3
Nº 40	0.425	8.23	9.0	56.3
Nº 60	0.250	5.33	5.8	50.4
Nº 100	0.150	3.72	4.1	46.3
Nº 200	0.075	4.68	5.1	41.2
Fondo		0.26	0.3	

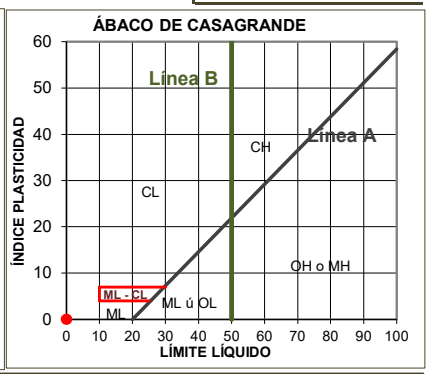
Error:	**0.04**	**OK**

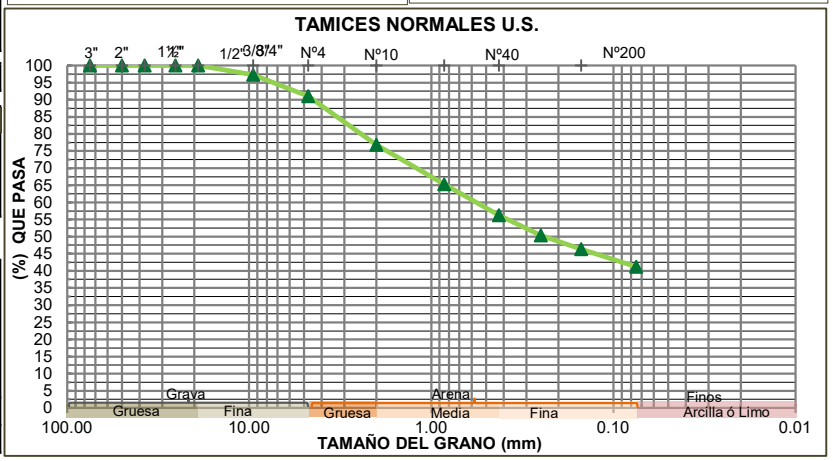
Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	9.0	**% Que pasa No,10**	76.8
% Arenas	49.8	**% Que pasa No,40**	56.3
% Finos	41.2	**% Que pasa No 200**	41.2

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	24
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M1
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P5
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	98
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	437.17
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	360.57
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	242.97
PESO DEL RECIPIENTE.	58.73
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	39.0

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

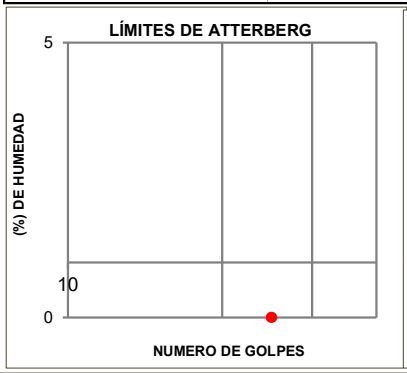
NL

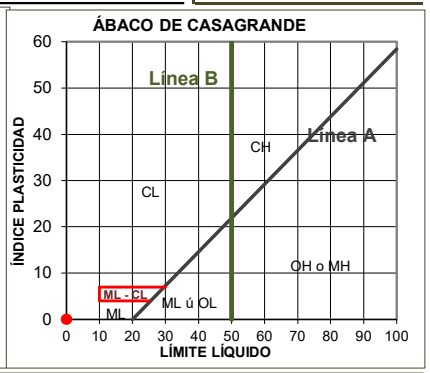
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**

NP

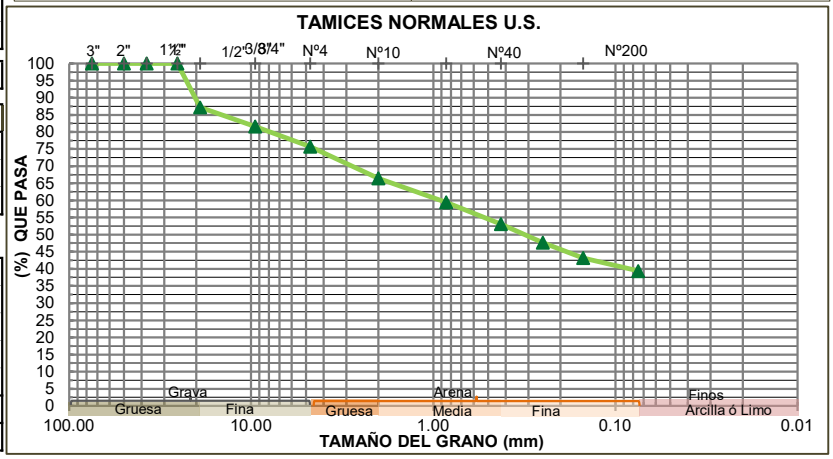
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	38.87	12.9	87.1
3/8	9.525	16.70	5.5	81.6
Nº 4	4.75	17.69	5.9	75.7
Nº 10	2.00	27.95	9.3	66.5
Nº 20	0.85	21.16	7.0	59.5
Nº 40	0.425	19.16	6.3	53.1
Nº 60	0.250	16.29	5.4	47.7
Nº 100	0.150	13.64	4.5	43.2
Nº 200	0.075	11.41	3.8	39.4
Fondo		0.86	0.3	

Error:	0.28	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	24.3	**% Que pasa No,10**	66.5
% Arenas	36.3	**% Que pasa No,40**	53.1
% Finos	39.2	**% Que pasa No 200**	39.4



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	25
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M2
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P5
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	96
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	227.06
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	188.48
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	132.49
PESO DEL RECIPIENTE.	60.67
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	43.8

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	74	97	98
No. GOLPES.	18	24	35
P. RECIP. + SUELO HÚM.	17.57	19.63	20.96
P. RECIP. + SUELO SECO.	15.45	16.67	17.69
PESO DEL AGUA GRS.	2.12	2.96	3.27
PESO DEL RECIPIENTE.	11.4	10.81	10.82
PESO SUELO SECO.	4.05	5.86	6.87
% DE HUMEDAD.	**52.3**	**50.5**	**47.6**

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**	
72	79	
NA	NA	
14.37	14.57	
13.41	13.62	
0.96	0.95	
11.01	11.13	
2.40	2.49	
40.0	**38.2**	

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

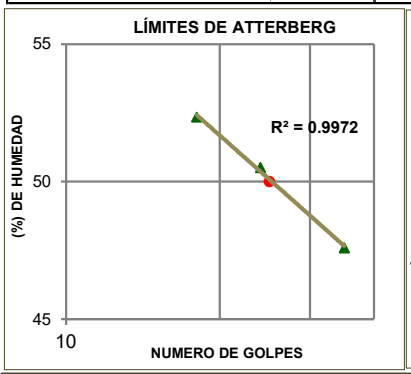
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	3.01	2.4	97.6
Nº 4	4.75	10.89	8.5	89.1
Nº 10	2.00	18.83	14.7	74.4
Nº 20	0.85	10.82	8.5	65.9
Nº 40	0.425	8.82	6.9	59.0
Nº 60	0.250	7.01	5.5	53.5
Nº 100	0.150	5.24	4.1	49.4
Nº 200	0.075	6.85	5.4	44.1
Fondo		0.31	0.2	

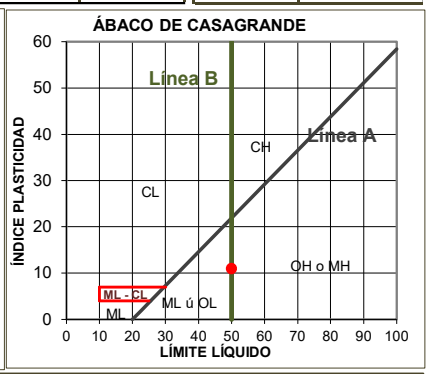
Error:	0.06	OK

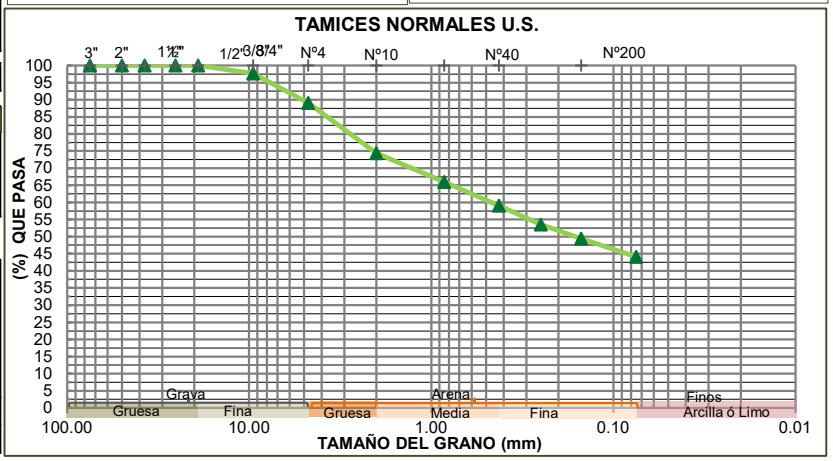
Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	10.9	**% Que pasa No,10**	74.4
% Arenas	45.0	**% Que pasa No,40**	59.0
% Finos	44.0	**% Que pasa No 200**	44.1

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	30
Límite Líquido (%)	50
Límite Plástico (%)	39
Índice de Plasticidad	11
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	3
Clasificación AASHTO	A-7-6

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4
9.0	10
29.0	1







EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

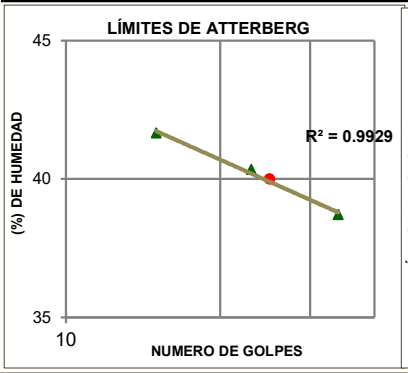
Versión:
Código:
Fecha:

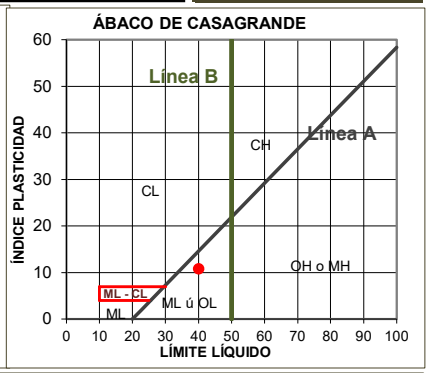
OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M3
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P5
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	99
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	416.9
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	337.47
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	149.46
PESO DEL RECIPIENTE.	51.2
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	65.7

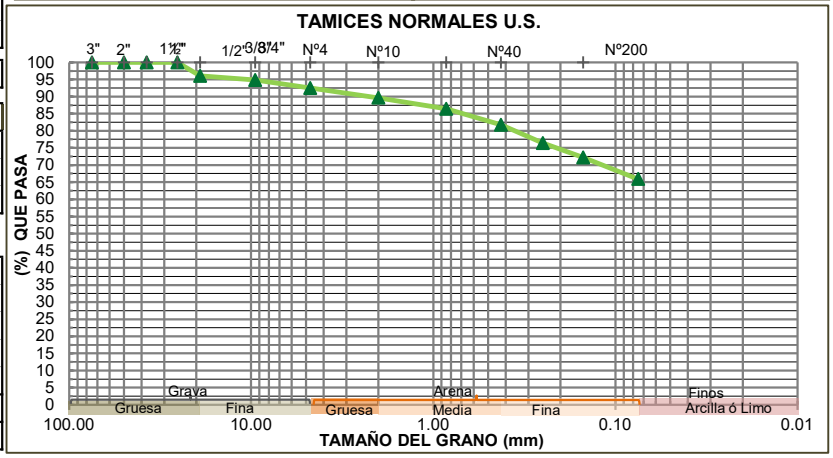
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.	95	87	89
No. GOLPES.	15	23	34
P. RECIP. + SUELO HÚM.	22.63	22.5	23.31
P. RECIP. + SUELO SECO.	19.33	19.2	19.93
PESO DEL AGUA GRS.	3.3	3.3	3.38
PESO DEL RECIPIENTE.	11.41	11.02	11.2
PESO SUELO SECO.	7.92	8.18	8.73
% DE HUMEDAD.	**41.7**	**40.3**	**38.7**

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**
64	65
NA	NA
13.88	13.90
13.22	13.27
0.66	0.63
10.98	11.1
2.24	2.17
29.5	**29.0**





TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	11.33	4.0	96.0
3/8	9.525	3.47	1.2	94.8
Nº 4	4.75	6.70	2.3	92.5
Nº 10	2.00	8.21	2.9	89.6
Nº 20	0.85	9.05	3.2	86.5
Nº 40	0.425	13.52	4.7	81.7
Nº 60	0.250	15.18	5.3	76.4
Nº 100	0.150	12.09	4.2	72.2
Nº 200	0.075	18.06	6.3	65.9
Fondo		0.67	0.2	



Error:	-0.02	OK

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	7.5	**% Que pasa No,10**	89.6
% Arenas	26.6	**% Que pasa No,40**	81.7
% Finos	65.9	**% Que pasa No 200**	65.9

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	28
Límite Líquido (%)	40
Límite Plástico (%)	29
Índice de Plasticidad	11
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	7
Clasificación AASHTO	A-6

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:	
Código:	
Fecha:	

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LLENO	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

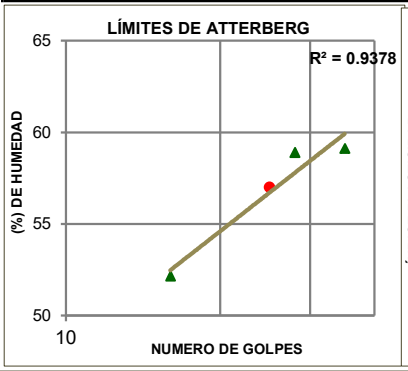
CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	97
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	245.5
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	197.06
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	125.23
PESO DEL RECIPIENTE.	58.44
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	51.8

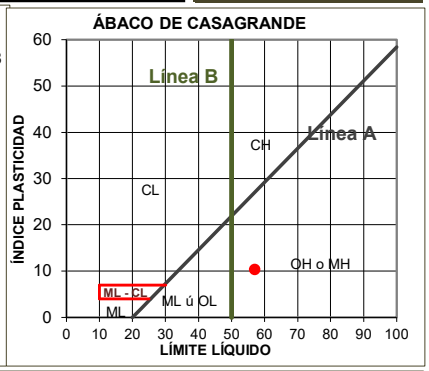
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.		81	80
No. GOLPES.	16	28	35
P. RECIP. + SUELO HÚM.	20.23	18.52	22.55
P. RECIP. + SUELO SECO.	17.09	15.31	18.37
PESO DEL AGUA GRS.	3.14	3.21	4.18
PESO DEL RECIPIENTE.	11.07	9.86	11.3
PESO SUELO SECO.	6.02	5.45	7.07
% DE HUMEDAD.	**52.2**	**58.9**	**59.1**

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
1	**2**
67	75
NA	NA
12.83	14.02
12.24	13.05
0.59	0.97
10.96	11.00
1.28	2.05
46.1	**47.3**

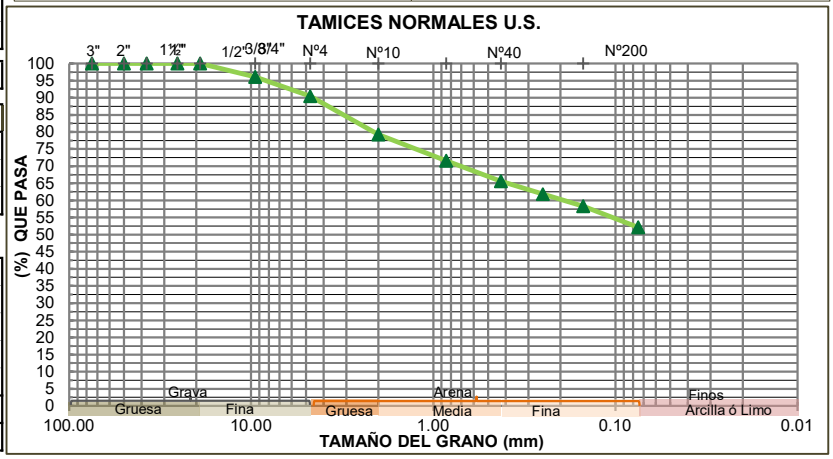
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	5.40	3.9	96.1
Nº 4	4.75	7.88	5.7	90.4
Nº 10	2.00	15.51	11.2	79.2
Nº 20	0.85	10.60	7.6	71.6
Nº 40	0.425	8.30	6.0	65.6
Nº 60	0.250	5.21	3.8	61.8
Nº 100	0.150	4.88	3.5	58.3
Nº 200	0.075	8.58	6.2	52.1
Fondo		0.41	0.3	

Error:	**0.03**	**OK**





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	9.6	**% Que pasa No,10**	79.2
% Arenas	38.3	**% Que pasa No,40**	65.6
% Finos	52.1	**% Que pasa No 200**	52.1



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	35
Límite Líquido (%)	57
Límite Plástico (%)	47
Índice de Plasticidad	10
Clasificación USC	GM
Índice de Grupo	5
Clasificación AASHTO	A-2-5

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M6
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P5
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	LIMO ARENOSO COLOR CAFÉ CLARO BATAS AMARILLAS, PLASTICIDAD MEDIA Y HUMEDAD MEDIA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

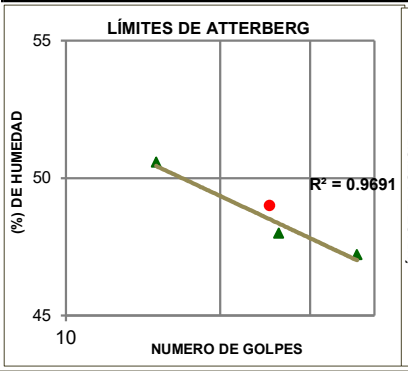
CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	72
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	272.56
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	230.11
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	168.11
PESO DEL RECIPIENTE.	70.57
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	38.9

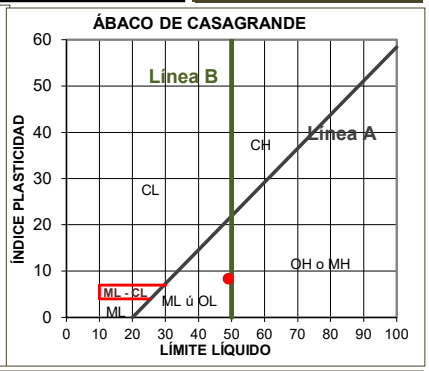
LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13				LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.	70	76	77	71	62
No. GOLPES.	15	26	37	NA	NA
P. RECIP. + SUELO HÚM.	15.39	18.46	17.71	14	14.98
P. RECIP. + SUELO SECO.	13.65	16.18	15.58	13.03	13.85
PESO DEL AGUA GRS.	1.74	2.28	2.13	0.97	1.13
PESO DEL RECIPIENTE.	10.21	11.43	11.07	10.66	11.05
PESO SUELO SECO.	3.44	4.75	4.51	2.37	2.80
% DE HUMEDAD.	**50.6**	**48.0**	**47.2**	**40.9**	**40.4**

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13

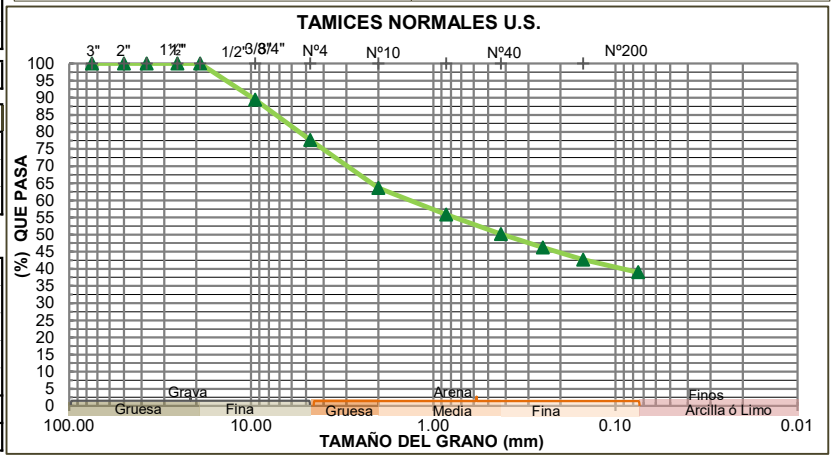
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	16.89	10.6	89.4
Nº 4	4.75	18.80	11.8	77.6
Nº 10	2.00	22.28	14.0	63.7
Nº 20	0.85	12.49	7.8	55.8
Nº 40	0.425	8.89	5.6	50.3
Nº 60	0.250	6.43	4.0	46.2
Nº 100	0.150	5.58	3.5	42.7
Nº 200	0.075	5.96	3.7	39.0
Fondo		0.31	0.2	

Error:	-0.09	OK





Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	22.4	**% Que pasa No,10**	63.7
% Arenas	38.6	**% Que pasa No,40**	50.3
% Finos	39.1	**% Que pasa No 200**	39.0



RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	27
Límite Líquido (%)	49
Límite Plástico (%)	41
Índice de Plasticidad	8
Clasificación USC	GC
Índice de Grupo	1
Clasificación AASHTO	A-5

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:
Código:
Fecha:

OBRA:	AREA METROPOLITANA AMVA	**MUESTRA No:**	M7
CLIENTE:	COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	**PROFUNDIDAD (m):**	P5
RESPONSABLE:	MARIA ALEJANDRA GALLON	**SONDEO No:**	
LOCALIZACIÓN:	VILLA HERMOSA	**FECHA:**	
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	NIVEL DE AGUA	**DESTINO MATERIAL**	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	93
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	245.48
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	198.67
P. RECIP + SUELO SECO DESPÚES DE LAVAR.	131.87
PESO DEL RECIPIENTE.	70.59
% FINOS DESPÚES DE LAVADO	52.2

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	**1**	**2**	**3**
RECIPIENTE No.			
No. GOLPES.			
P. RECIP. + SUELO HÚM.			
P. RECIP. + SUELO SECO.			
PESO DEL AGUA GRS.			
PESO DEL RECIPIENTE.			
PESO SUELO SECO.			
% DE HUMEDAD.			

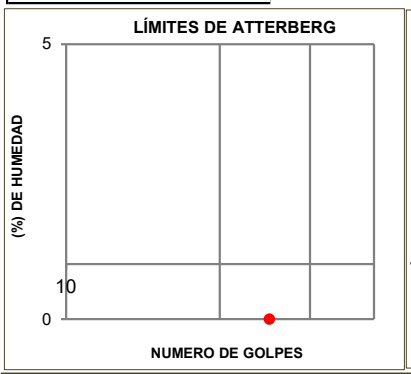
NL

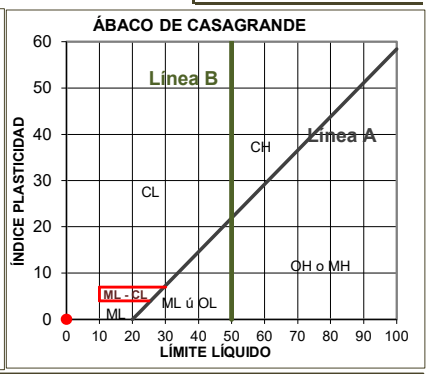
LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13		
1	**2**

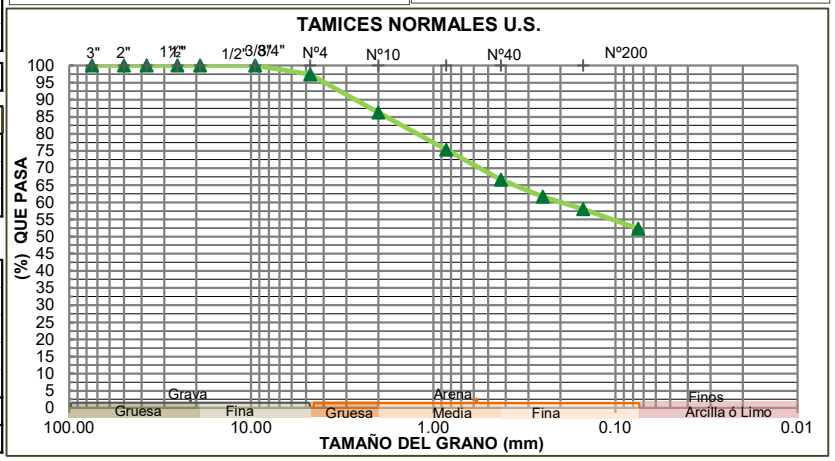
NP

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	**TAMAÑO (mm)**	**PESO RETENIDO (g)**	**RETENIDO (%)**	**(%) QUE PASA**
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	3.34	2.6	97.4
Nº 10	2.00	14.33	11.2	86.2
Nº 20	0.85	13.82	10.8	75.4
Nº 40	0.425	11.22	8.8	66.7
Nº 60	0.250	6.35	5.0	61.7
Nº 100	0.150	4.67	3.6	58.0
Nº 200	0.075	7.30	5.7	52.4
Fondo		0.35	0.3	

Error:	-0.16	OK







Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	2.6	**% Que pasa No,10**	86.2
% Arenas	45.0	**% Que pasa No,40**	66.7
% Finos	52.4	**% Que pasa No 200**	52.4

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	37
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad	
Clasificación USC	SW
Índice de Grupo	
Clasificación AASHTO	A-1-b

D10(mm) =	47.3
D30(mm) =	80.0
D60(mm) =	95.0
Cu = >4	1.2
Cc =1>cc>3	1.4

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACIÓN
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		12/06/2018
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		12/06/2018
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ: Jairo Herrera.
jefe laboratorio

APROBÓ: Daniel Villa
Director Laboratorio

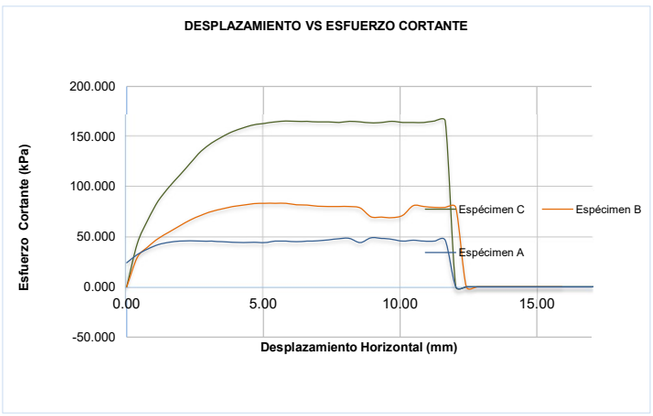
D.V. CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.S.	Código: FLS01-GLB
	Versión: 03

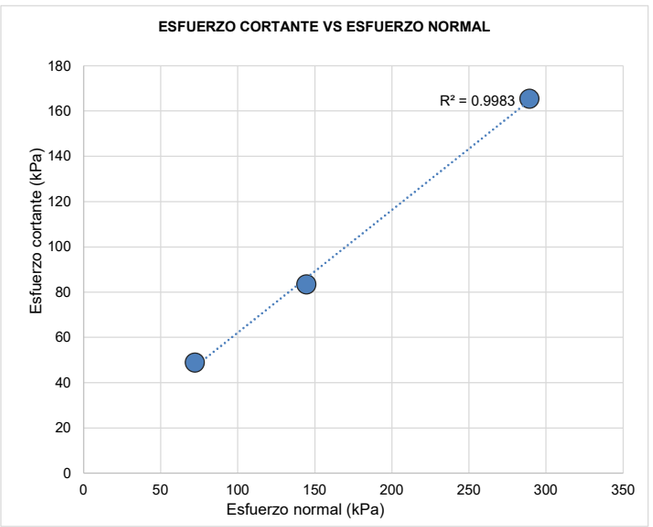
Identificación Laboratorio (Proyecto / Cliente)	AMVA		

Profundidad (m):	5,0 a 5,5 m	Sondeo:	P1	Muestra:	M5

Anillo	A	B	C
Esfuerzo Normal (kPa)	72.3	144.6	289.2
Diámetro (mm)	51.5	51.5	51.5
Altura inicial de la muestra (mm)	20.4	20.4	20.4
Peso anillo (g)	37.7	37.7	37.7
Peso anillo mas suelo húmedo (g)	120.7	120.9	121.0
Velocidad de carga (mm/min)	0.20	0.20	0.20
Área (cm2)	20.8	20.8	20.8
Volumen (cm3)	42.6	42.6	42.6
Peso unitario húmedo inicial (g/cm3)	1.95	1.96	1.96
Peso suelo seco (g)	65.23	61.06	60.90
Peso unitario seco (g/cm3)	1.60	1.60	1.61

HUMEDAD (%)						
Muestra	A		B		C	
Humedad	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
N°Tara	68	37	78	48	38	1
W Tara (g)	5.87	5.7	5.8	5.9	5.9	6.1
W suelo Húmedo + Tara (g)	12.33	12.8	13.3	13.6	13.1	12.6
W suelo seco + Tara (g)	11.19	11.4	11.9	12.0	11.8	11.2
Contenido de humedad	21.4	25.3	21.9	26.7	21.5	26.9





Tiempo (min)	Raiz tiempo	Deformación vertical (mm)			Deformación unitaria (%)		
		72.3	144.6	289.2	72.3	144.6	289.2
0.00	0.00	0.000	0.000	0	0.00	0.00	0.00
0.25	0.50	0.242	0.560	1	1.19	2.74	4.91
0.50	0.71	0.261	0.607	1.054	1.28	2.97	5.16
1.00	1.00	0.281	0.649	1.099	1.38	3.18	5.38
2.00	1.41	0.302	0.683	1.137	1.48	3.34	5.57
4.00	2.00	0.323	0.710	1.165	1.58	3.48	5.71
8.00	2.83	0.342	0.730	1.185	1.67	3.57	5.80
15.00	3.87	0.355	0.744	1.198	1.74	3.64	5.87
30.00	5.48	0.365	0.756	1.209	1.79	3.70	5.92
60.00	7.75	0.373	0.764	1.221	1.83	3.74	5.98
120.00	10.95	0.381	0.771	1.228	1.87	3.78	6.01

ETAPA DE FALLA							
Def. Horizontal (mm)	Def. Unitaria (%)	Carga (kN)			Esfuerzo cortante (kPa)		
		72.30	144.60	289.20	72.3	144.6	289.20
0.000	0.00	0.050	0.000	0.000	23.984	0.000	0.000
0.200	0.39	0.067	0.061	0.067	32.139	29.261	43.172
0.400	0.78	0.079	0.083	0.079	37.895	39.814	66.677
0.600	1.16	0.088	0.101	0.088	42.213	48.448	85.864
0.800	1.55	0.093	0.114	0.093	44.611	54.684	99.775
1.000	1.94	0.095	0.127	0.095	45.570	60.920	111.288
1.200	2.33	0.096	0.139	0.096	46.050	66.677	123.280
1.400	2.72	0.095	0.149	0.095	45.570	71.473	135.272
1.600	3.11	0.095	0.157	0.299	45.570	75.311	143.427
1.800	3.49	0.094	0.162	0.312	45.091	77.709	149.663
2.000	3.88	0.093	0.167	0.323	44.611	80.108	154.939
2.200	4.27	0.095	0.170	0.331	44.131	81.547	158.777
2.400	4.66	0.094	0.173	0.337	44.611	82.986	161.655
2.600	5.05	0.093	0.174	0.340	44.131	83.466	163.094
2.800	5.43	0.095	0.174	0.343	45.570	83.466	164.533
3.000	5.82	0.095	0.174	0.345	45.570	83.466	165.492
3.200	6.21	0.094	0.171	0.344	45.091	82.027	165.013
3.400	6.60	0.095	0.170	0.344	45.570	81.547	165.013
3.600	6.99	0.096	0.168	0.343	46.050	80.588	164.533
3.800	7.38	0.098	0.167	0.343	47.009	80.108	164.533
4.000	7.76	0.100	0.167	0.342	47.969	80.108	164.053
4.200	8.15	0.101	0.167	0.344	48.448	80.108	165.013
4.400	8.54	0.092	0.164	0.343	44.131	78.669	164.533
4.600	8.93	0.102	0.146	0.341	48.928	70.034	163.573
4.800	9.32	0.101	0.145	0.342	48.448	69.555	164.053
5.000	9.70	0.099	0.144	0.344	47.489	69.075	165.013
5.200	10.09	0.095	0.149	0.342	45.570	71.473	164.053
5.400	10.48	0.097	0.169	0.342	46.530	81.067	164.053
5.600	10.87	0.095	0.167	0.342	45.570	80.108	164.053
5.800	11.26	0.095	0.165	0.345	45.570	79.148	165.492
6.000	11.65	0.097	0.165	0.345	46.530	79.148	165.492
6.200	12.03	0.000	0.165	0.000	0.000	79.148	0.000
6.400	12.42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.600	12.81	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6.800	13.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.000	13.59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.200	13.98	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.400	14.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.600	14.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.800	15.14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8.000	15.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8.200	15.92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8.400	16.30	0.000		0.000	0.000		0.000
8.600	16.69	0.000		0.000	0.000		0.000
8.800	17.08	0.000		0.000	0.000		0.000
			t max (Kpa)		48.928	83.4656	165.4922

Cohesión C´ (Kpa)	7.91
Angulo de Fricción Ø´	28.44
θ3	59.22
θ1	30.78

REALIZÓ	REVISÓ	OBSERVACIONES
LABORATORISTA	COORDINADOR	
Paula Herrera	Jesica Herrera	

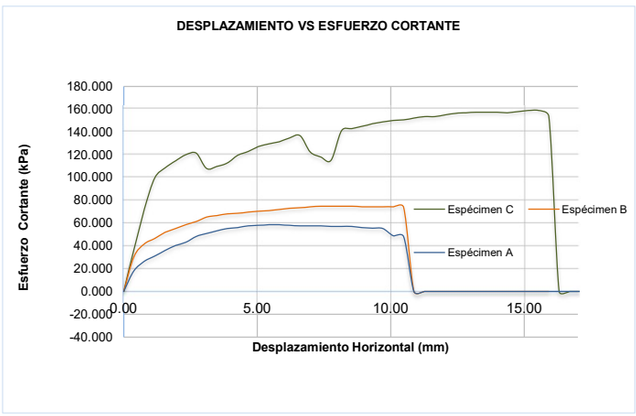
D.V. CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.	Código: FLS01-GLB
	Versión: 03

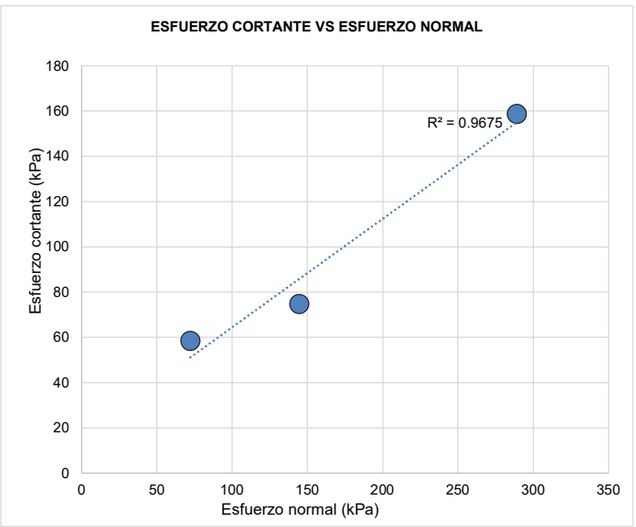
Identificación Laboratorio (Proyecto / Cliente)	AMVA		

Profundidad (m):	3,0 a 3,5 m	Sondeo:	P3	Muestra:	M3

Anillo	A	B	C
Esfuerzo Normal (kPa)	72.3	144.6	289.2
Diámetro (mm)	51.5	51.5	51.5
Altura inicial de la muestra (mm)	20.4	20.4	20.4
Peso anillo (g)	37.7	37.7	37.7
Peso anillo mas suelo húmedo (g)	120.9	120.1	120.4
Velocidad de carga (mm/min)	0.20	0.20	0.20
Área (cm2)	20.8	20.8	20.8
Volumen (cm3)	42.6	42.6	42.6
Peso unitario húmedo inicial (g/cm3)	1.95	1.94	1.94
Peso suelo seco (g)	65.22	56.23	56.85
Peso unitario seco (g/cm3)	1.61	1.59	1.60

HUMEDAD (%)						
Muestra	A		B		C	
Humedad	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
N°Tara	77	66	59	72	57	11
W Tara (g)	5.62	6.1	6.0	5.8	5.9	6.7
W suelo Húmedo + Tara (g)	14.40	14.9	14.4	15.5	15.8	15.7
W suelo seco + Tara (g)	12.84	12.8	12.9	13.2	14.1	13.5
Contenido de humedad	21.6	31.6	21.7	31.8	21.5	31.3





Tiempo (min)	Raiz tiempo	Deformación vertical (mm)			Deformación unitaria (%)		
		72.3	144.6	289.2	72.3	144.6	289.2
0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00
0.25	0.50	0.229	0.693	1.159	1.12	3.39	5.68
0.50	0.71	0.245	0.723	1.201	1.20	3.54	5.88
1.00	1.00	0.264	0.751	1.236	1.29	3.68	6.05
2.00	1.41	0.284	0.773	1.268	1.39	3.79	6.21
4.00	2.00	0.306	0.792	1.297	1.50	3.88	6.35
8.00	2.83	0.324	0.81	1.32	1.59	3.97	6.46
15.00	3.87	0.336	0.822	1.335	1.65	4.03	6.54
30.00	5.48	0.346	0.834	1.351	1.69	4.08	6.62
60.00	7.75	0.352	0.841	1.36	1.72	4.12	6.66
120.00	10.95	0.354	0.849	1.366	1.73	4.16	6.69

ETAPA DE FALLA							
Def. Horizontal (mm)	Def. Unitaria (%)	Carga (kN)			Esfuerzo cortante (kPa)		
		72.30	144.60	289.20	72.3	144.6	289.20
0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.200	0.39	0.038	0.064	0.038	18.228	30.700	36.936
0.400	0.78	0.055	0.087	0.055	26.383	41.733	71.953
0.600	1.16	0.065	0.097	0.065	31.180	46.530	99.775
0.800	1.55	0.075	0.108	0.075	35.977	51.806	108.409
1.000	1.94	0.084	0.115	0.084	40.294	55.164	114.645
1.200	2.33	0.090	0.122	0.090	43.172	58.522	119.922
1.400	2.72	0.101	0.128	0.101	48.448	61.400	121.361
1.600	3.11	0.106	0.136	0.225	50.847	65.238	107.930
1.800	3.49	0.111	0.139	0.229	53.245	66.677	109.848
2.000	3.88	0.115	0.142	0.235	55.164	68.116	112.727
2.200	4.27	0.106	0.143	0.249	56.123	68.595	119.442
2.400	4.66	0.111	0.145	0.256	57.563	69.555	122.800
2.600	5.05	0.115	0.147	0.265	58.042	70.514	127.117
2.800	5.43	0.122	0.148	0.270	58.522	70.994	129.516
3.000	5.82	0.122	0.150	0.274	58.522	71.953	131.434
3.200	6.21	0.121	0.152	0.281	58.042	72.913	134.792
3.400	6.60	0.120	0.153	0.285	57.563	73.392	136.711
3.600	6.99	0.120	0.155	0.255	57.563	74.352	122.320
3.800	7.38	0.120	0.156	0.246	57.563	74.831	118.003
4.000	7.76	0.119	0.156	0.240	57.083	74.831	115.125
4.200	8.15	0.119	0.156	0.294	57.083	74.831	141.028
4.400	8.54	0.119	0.156	0.298	57.083	74.831	142.947
4.600	8.93	0.117	0.155	0.302	56.123	74.352	144.866
4.800	9.32	0.116	0.155	0.307	55.644	74.352	147.264
5.000	9.70	0.115	0.155	0.310	55.164	74.352	148.703
5.200	10.09	0.102	0.155	0.313	48.928	74.352	150.142
5.400	10.48	0.100	0.154	0.314	47.969	73.872	150.622
5.600	10.87	0.000	0.000	0.317	0.000	0.000	152.061
5.800	11.26	0.000	0.000	0.320	0.000	0.000	153.500
6.000	11.65	0.000	0.000	0.320	0.000	0.000	153.500
6.200	12.03	0.000	0.000	0.323	0.000	0.000	154.939
6.400	12.42	0.000	0.000	0.326	0.000	0.000	156.378
6.600	12.81	0.000	0.000	0.327	0.000	0.000	156.858
6.800	13.20	0.000	0.000	0.328	0.000	0.000	157.338
7.000	13.59	0.000	0.000	0.328	0.000	0.000	157.338
7.200	13.98	0.000	0.000	0.328	0.000	0.000	157.338
7.400	14.36	0.000	0.000	0.327	0.000	0.000	156.858
7.600	14.75	0.000	0.000	0.329	0.000	0.000	157.817
7.800	15.14	0.000	0.000	0.331	0.000	0.000	158.777
8.000	15.53	0.000	0.000	0.331	0.000	0.000	158.777
8.200	15.92	0.000	0.000	0.320	0.000	0.000	153.500
8.400	16.30	0.000		0.000	0.000		0.000
8.600	16.69	0.000		0.000	0.000		0.000
8.800	17.08	0.000		0.000	0.000		0.000
			t max (Kpa)		58.522	74.8313	158.7766

Cohesión C´ (Kpa)	16.55
Angulo de Fricción Ø´	25.60
θ3	57.80
θ1	32.20

REALIZÓ	REVISÓ	OBSERVACIONES
LABORATORISTA	COORDINADOR	
Paula Herrera	Jesica Herrera	