ESTUDIO GEOTÉCNICO NSR-10 TÍTULO H

PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES
MUNICIPIO DE SAN LUIS
VEREDA CUBA
MUNICIPIO DE SAN LUIS
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.
SEPTIEMBRE DE 2022
INGEOWIL SAS

Ingeowil 790/2022

INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida
www.ingeowil.com.co

Contenido

1. MEMORIA DESCRIPTIVA 8
1.1. Introducción (NSR – 10-Titulo H-Subtitulo H.1) 8
1.2. Objetivo (NSR – 10-Titulo H- Subtitulo H.1.1.1) 8
1.3. Alcance del Estudio (NSR – 10-Titulo H- Subtitulo H.1.1.1) 8
1.4. Localización de la Zona del Estudio (NSR – 10-Titulo H-Subtitulo H.1.1.1) .. 9
2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (NSR – 10 TITULO A SUBTITULO A.15) 10
2.1. Topografía (NSR – 10-Titulo A- Subtitulo A. 15) 10
2.2. Arquitectura (NSR – 10-Titulo A- Subtitulo A. 15) 10
2.3. Estructura (NSR – 10-Titulo A-Subtitulo A. 15) 11
2.4. Sistemas Estructurales (NSR – 10 – A.3.2) 11
2.5. ENTORNO GEOLÓGICO (NSR – 10-TITULO H-SUBTITULO H.3.2) 11
2.6. Marco Tectónico Global 11
2.7. Geología Regional 12
2.8. Geología Local 13
2.9. Geomorfología 15
2.10. Climatología Local 16
2.11. Hidrología Local 17
3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUBSUELO (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.3) 18
3.1. Coeficiente de Importancia (NSR-10 Titulo A Subtitulo A.2.5) 18
3.2. Grupo de Uso (NSR- 10 Titulo A Subtitulo A.2.5.1) 18
3.3. Clasificación de la Unidad de Construcción por Categorías (NSR -10 Titulo H Subtitulo H.3.1) 18
3.4. Número Mínimo y Profundidad Mínima de Sondeos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2) 19
3.5. Plano de Localización de Perforaciones (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3) 20
3.6. Exploración Geotécnica (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3) 20
3.7. Ensayos In-Situ (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3.2) 20
3.8. Ensayo SPT (Standard Penetration Test) (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3.2) 21

Móvil: 301 420 29 30 | 300 755 53 01 – info@ingeowil.com.co Cr 52 N 42 – 60 of. 402
C.Cial. Metro Centro N.1 – Medellín – Colombia
www.ingeowil.com.co

3.9. Registro Fotográfico 23
3.10. Estratigrafía (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2) 24
3.11. Nivel Freático (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2)..... 24
3.12. Ensayos de Laboratorio (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3)..... 25
3.13. Cálculos y Cómputos: 26
3.14. Angulo de Fricción y Cohesión..... 27
4. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.7) 36
4.1. Efectos de la litología y Tipos de suelos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.7.1.1) 37
4.2. Caracterización Sísmica (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2)..... 37
4.3. Definición de la Zona de Amenaza Sísmica (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.3) 37
4.4. Definición De Valores De Aceleración Y Velocidad Pico Efectiva (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.9.3.4)..... 38
4.5. Perfil de Suelo (NSR-10 Titulo A. Subtitulo A.2.4.3)..... 39
4.6. Condiciones Geotécnicas Especiales (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9) 44
4.6.1. Materiales Expansivos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.)..... 44
4.6.2. Licuación (NSR – 10 Titulo H - Subtitulo H.10.2.2.2) 44
5. MODELO GEOTÉCNICO DE DISEÑO (NSR – 10, TITULO H SUBTITULO H.3.3.4) 46
5.1. Selección de las Propiedades De Diseño (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3.4) 46
5.2. Factores De Seguridad (NSR -10 Titulo H Subtitulo H.2.4)..... 47
5.3. Valores del Factor de Seguridad Geotécnico Básico F_{SB} (NSR-10 Titulo H Subtitulo H.2.4)..... 48
5.4. Factores De Seguridad Indirectos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.7)..... 48
6. CIMENTACIONES (NSR – 10 TITULO H SUBTITULOH.4) 49
6.1. Profundidad de cimentación (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.6)..... 49
6.2. Tipo de Cimentación (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4) 50
6.3. Cimentaciones Superficiales (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2)..... 50
6.3.1. Zapatas Aisladas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2) 50

Móvil: 301 420 29 30 | 300 755 53 01 – info@ingeowil.com.co Cr 52 N 42 – 60 of. 402
C.Cial. Metro Centro N.1 – Medellín – Colombia
www.ingeowil.com.co

6.3.2. Zapatas Combinadas o Corridas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2) 51
6.3.3. Losas de cimentación (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2) 52
6.4. Cimentaciones Profundas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.4) 54
6.4.1. Pilotes (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.4) 54
7. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.7.1) 55
7.1. Cálculo de la Capacidad Portante Admisible. 56
7.2. Capacidad Portante Zapatas Corridas 56
7.3. Asentamientos (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8) 57
7.3.1. Para Zapatas Corridas (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8) 57
8. ANÁLISIS SUPLEMENTARIOS (NSR – 10. CAPITULO H.8 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIONES, EXCAVACIONES Y MUROS DE CONTENCION) 58
8.1. Módulo De Elasticidad 58
8.2. Módulo De Balasto 58
8.3. Normativa Instituto Nacional de Vías (Especificaciones generales de Construcción de Carreteras- CAPITULO 3- Articulo 330 -13). 60
8.4. Presión de Tierras (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.6.4) 62
8.5. Muros de Contención (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.6.4) 64
8.6. Amenazas y Riesgos Geológicos (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.10.2.1) 65
8.7. Amenazas geológicas 67
8.8. Sistema constructivo de cimentaciones, excavaciones y muros de contención (NSR.10 Titulo H Subtitulo H.8) 68
8.9. Recomendaciones generales para construcción (NSR -10 Titulo H Subtitulo H.8.1)69
8.10. Recomendaciones para la protección de las edificaciones vecinas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.2.1.1.2) 70
8.11. Control de Aguas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.8) 71
8.12. Drenaje Superficial (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.8) 72
8.13. Drenaje Subterráneo (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.8) 75
9. COMPLEMENTOS 79
9.1. Limitaciones del Estudio 79

9.2. CONCLUSIONES 80
9.3. Firma De Los Estudios Geotécnicos. (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.1.1.2.1) 81
9.4. Matricula Profesional (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.1.1.2.1) 82
9.5. Estudios de Posgrado en Geotecnia (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.1.1.2.1) 83
10. BIBLIOGRAFÍA 84
11. ANEXOS 85
ANEXO 1: PLANOS DE LOCALIZACIÓN 86
ANEXO 2: UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO 87
ANEXO 3: RESULTADOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO 88
ANEXO 4: MEMORIA DE CÁLCULO 89
11.1. Memoria De Cálculo Resumen De La Metodología Seguida 90
11. Estratigrafía (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2) 91
11.2. Evaluación Geotécnica De Efectos Sísmicos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.7) 92
11.3. Definición De Valores De Aceleración Y Velocidad Pico Efectiva (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.9.3.4) 92
11.3.1. Perfil de Suelo (NSR-10 Titulo A. Subtitulo A.2.4.3) 92
11.4. Modelo Geotécnico De Diseño (NSR – 10, Titulo H Subtitulo H.3.3.4) 93
11.5. Método De Evaluación De La Capacidad Portante Admisible (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.7.1) 94
11.6. Capacidad Portante Zapatas Corrida 95
11.7. Asentamientos (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8) 95
11.7.1. Zapatas corridas (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8) 95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización Proyecto. 9
Figura 2 Topografía de lote de interés 10
Figura 3 Urbanismo 10
Figura 4 Geología Regional 13
Figura 5 Materiales encontrados en la zona. Elaboración propia 14
Figura 6 Geología Local predio de Interés. 14
Figura 7 Mapa de geología local 15
Figura 8 Mapa geomorfología Regional 16
Figura 9 Clima del municipio de San Luis 16
Figura 10 Red Hídrica 17
Figura 11 Mapa Localización de Sondeos 20
Figura 12 Registro fotográfico (SPT) 23
Figura 13 Perfil Geotécnico 24
Figura 14 Nivel Freático. 25
Figura 15 Mapa de Amenaza sísmica colombiano (SGC, 2010) 37
Figura 16 Red sísmica municipio San Luis 38
Figura 17 Susceptibilidad de licuefacción en función del spt, (N1)60 para un terremoto de magnitud 7,5. Fuente: Vallejos, L (2002) 45
Figura 18 Zapatas Aisladas 51
Figura 19 Zapatas Combinadas o Corridas 52
Figura 20 Losas de cimentación 53
Figura 21 Losas de cimentaciones “compensadas” y asentamiento inducidos 53
Figura 22 Tipos de pilotes de concreto 54
Figura 23 Zapata Corrida 56
Figura 24 Modulo De Balasto 58
Figura 25 Variación del Coeficiente de presión de tierras, K con el desplazamiento Fuente NSR -10 H.6.4.1 62
Figura 26 Diseño Muros de Contención. 64
Figura 27 Mapa riesgo por movimiento en masa. Tomado de [5]. 66
Figura 28 Mapa riesgo por avenida torrencial. Tomado de [5]. 66
Figura 29 Detalle de zanjas de coronación para el control de aguas superficiales en un talud. 73
Figura 30 Vegetación para Taludes.. 74
Figura 31 Sistemas de dren de zanja 76
Figura 32 Diagramas esquemáticos de varios tipos de unión de fibras en geotextiles no tejidos 77
Figura 33 Tipos de tejidos en geotextiles 78
Figura 34 Memoria de cálculo Metodología seguida 91
Figura 35 Estratigrafía 91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Coeficiente de importancia. Tomado de Tabla A.2.5 18
Tabla 2 Clasificación de las unidades de construcción por categorías (NSR-10) . 19
Tabla 3 Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción (NSR-10) 19
Tabla 4 Corrección de N perforación N° 1 28
Tabla 5 Corrección de N perforación N° 2 28
Tabla 6 Corrección de N perforación N° 3 29
Tabla 7 Corrección de N perforación N° 4 29
Tabla 8 Corrección de N perforación N° 5 30
Tabla 9 Corrección de N perforación N° 6 30
Tabla 10 Corrección de N perforación N° 7 31
Tabla 11 Corrección de N perforación N° 8 31
Tabla 12 Corrección de N perforación N° 9 32
Tabla 13 Corrección de N perforación N° 10 32
Tabla 14 Corrección de N perforación N° 11 33
Tabla 15 Corrección de N perforación N° 12 33
Tabla 16 Corrección de N perforación N° 13 34
Tabla 17 Corrección de N perforación N° 14 34
Tabla 18 Corrección de N perforación N° 15 35
Tabla 19 Corrección de N perforación N° 16 35
Tabla 20 Corrección de N perforación N° 17 36
Tabla 21 Zona De Amenaza Sísmica 38
Tabla 22 Criterios para clasificar suelos (NSR – 10). Tabla A.2.4-2 40
Tabla 23 Perfil de Suelo perforación 1 a la 12 41
Tabla 24 Perfil de Suelo perforación 13 a la 17 42
Tabla 25 Valores del coeficiente Fa (NSR-10). Tabla A.2.4-3 43
Tabla 26 Valores de Fv (NSR-10). Tabla A.2.4-4 43
Tabla 27 Tabla Potencial Expansivo 44
Tabla 28 Resultados modelo geotécnico de diseño 47
Tabla 29 Factores de Seguridad Fuente: Titulo H 2.4-1 48
Tabla 30 Factores De Seguridad Indirectos (H.4.7-1 – NSR-10) 49
Tabla 31 Vigas Corridas ancho de 1.20m 56
Tabla 32 Zapata Corrida con ancho variable a 1m desplante 56
Tabla 33 Asentamiento de zapata continua 57
Tabla 34 Modulo de elasticidad y De Balasto perforación 1 a la 12 59
Tabla 35 Modulo de elasticidad y De Balasto perforación 13 a la 17 60
Tabla 36 Uso típico de las diferentes clases de base granular. Tabla 330 -1 61
Tabla 37 Requisitos de los Agregados para bases granulares Tabla 330 -2. 61
Tabla 38 Representación empujes activos, pasivos y /o reposo. 63
Tabla 39 Zona de amenaza sísmica 92

Tabla 40 Criterios para clasificar suelos (NSR – 10). Tabla A.2.4-2 93
Tabla 41 Resultados modelo geotécnico de diseño 93
Tabla 42Capacidad portante zapata corrida..... 95
Tabla 43 Asentamientos..... 95

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Introducción (NSR – 10-Titulo H-Subtitulo H.1)

Por solicitud del **MUNICIPIO DE SAN LUIS,** se elaboró el estudio geotécnico geológico para un lote donde se proyecta la construcción de 6 torres de 5 niveles. Proyecto para el cual se realizaron sondeos con equipo S.P.T. (Pruebas de Penetración Estándar), según lo estipulado en el titulo H (H.3.2.6) de la NSR 10.

1.2. Objetivo (NSR – 10-Titulo H- Subtitulo H.1.1.1)

En este informe, se presentan los resultados alcanzados de los trabajos de campo y laboratorio; análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones relativas a las condiciones geomecánicas del sub-suelo en el sitio, tipo de cimentación más adecuada para la estructura proyectada, así como las recomendaciones complementarias de ámbito estructural y de tipo constructivo, necesarias para el desarrollo del sistema de cimentación propuesto.

1.3. Alcance del Estudio (NSR – 10-Titulo H- Subtitulo H.1.1.1)

En este estudio se presenta:

- La introducción del proyecto y las características de la edificación y la zona. Esquema metodológico que parte del reconocimiento y evaluación del terreno, de la información secundaria, exploración del subsuelo y de los resultados del laboratorio.
- Se presentan las generalidades del proyecto, que incluye entre otros temas la localización y condiciones climáticas.
- Caracterización geológica, geomorfológica, de pendientes y de procesos morfodinámicos.
- Se realiza la identificación y descripción superficial de los geomateriales que conforman el predio de interés. La identificación y descripción superficial de los geomateriales, debe ser realizada mediante la descripción e interpretación de los afloramientos disponibles en el área.
- Exploración geotécnica, que consiste en la ejecución de sondeos o apiques para la toma de muestras y su posterior análisis de laboratorio; clasificación del suelo según la norma NRS-10.
- Condiciones específicas del suelo y fenómenos que puede ocurrir, tanto módulo de balasto, licuación y asentamientos.
- Dentro de este capítulo de análisis de cimentación, se presenta la capacidad portante, los tipos de cimentación recomendados, profundidad de desplante.

Finalmente, el informe presenta un sistema constructivo, con todas las especificaciones, recomendaciones y conclusiones para la funcionalidad del proyecto

1.4. Localización de la Zona del Estudio (NSR – 10-Titulo H-Subtitulo H.1.1.1)

La construcción de las torres de viviendas se realiza en el Departamento de Antioquia, Municipio de San Luis, vereda Cuba.

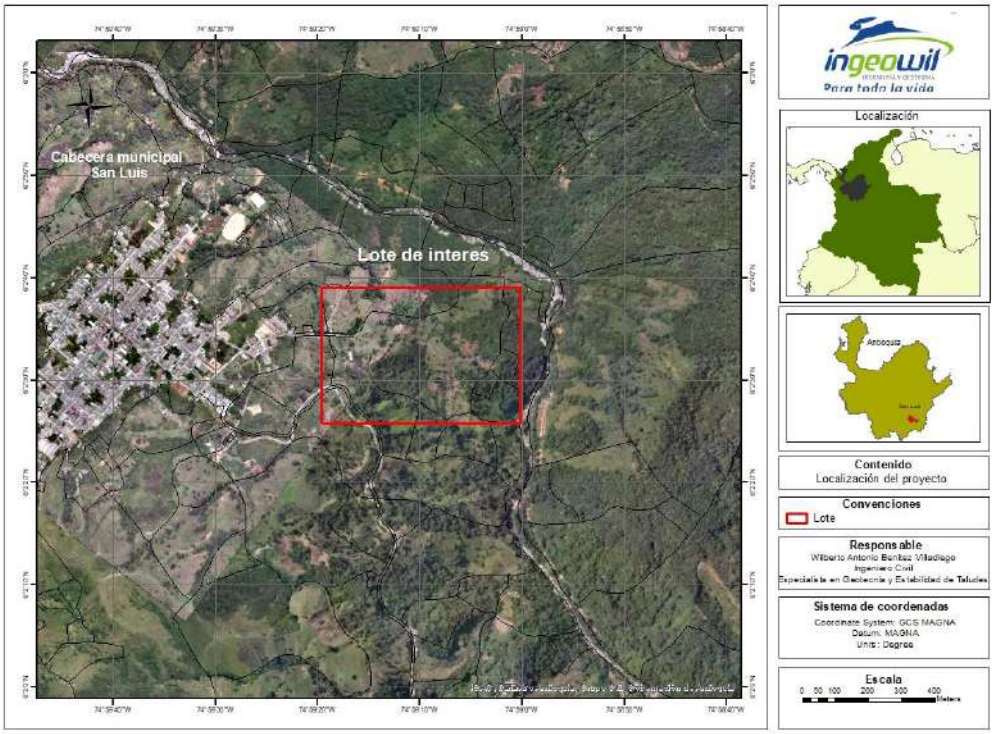


Figura 1 Localización Proyecto.

2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (NSR – 10 TITULO A SUBTITULO A.15)

2.1. Topografía (NSR – 10-Titulo A- Subtitulo A. 15)

Figura 2 Topografía de lote de interés

2.2. Arquitectura (NSR – 10-Titulo A- Subtitulo A. 15)

El proyecto es de 6 torres, de 5 niveles de apartamentos, distribuidos en un lote de forma irregular.

Figura 3 Urbanismo

A la fecha de realización del informe geotécnico no se cuenta con planos arquitectónico ni de la estructura. Pero, cabe destacar que todas las partes de la estructura deben diseñarse y construirse para que actúen como una unidad integral para efectos de resistir las fuerzas sísmicas, la cual el arquitecto como el calculista deben cumplir la separación mínima entre estructuras adyacentes según NSR-10.

2.3. Estructura (NSR – 10-Titulo A-Subtitulo A. 15)

El sistema de resistencia sísmica de la edificación debe clasificarse dentro de uno de los sistemas estructurales y debe cumplir los requisitos indicados dados en la NSR-10.

2.4. Sistemas Estructurales (NSR – 10 – A.3.2)

Se reconocen cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica. Cada uno de ellos se subdivide según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía del material estructural empleado.
El tipo de sistema estructural de resistencia sísmica **posible y preliminar** para la estructura de cuatro (4) niveles, es:

Sistema de Muros de Cargas (A.3.2.1.1): Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por los muros estructurales o pórticos diagonales. Vease la Tabla A.3-1 NSR-10

Sistema de Pórtico (A.3.2.1.3): Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

En el momento de la realización del informe no se cuenta con valores de cargas de servicio de la estructura producto de un estudio y análisis estructural.

2.5. ENTORNO GEOLÓGICO (NSR – 10-TITULO H-SUBTITULO H.3.2)

2.6. Marco Tectónico Global

La parte occidental de Suramérica está enmarcada dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, un anillo sísmico-volcánico estrechamente relacionado con los bordes de las mayores placas tectónicas corticales del mundo, donde procesos

de expansión y colisiones entre placas originan terremotos destructivos y erupciones volcánicas catastróficas (Boot y Fitch, 1.986).

Las cadenas volcánicas en el mundo coinciden con bordes destructivos de placas como el caso concreto de la cadena montañosa de Los Andes en el costado occidental Suramérica, donde el ambiente tectónico es único en el mundo, pues en ninguna otra parte una placa oceánica principal como Nazca subduce a una gran placa continental como la Suramericana a lo largo de una fosa de casi 6.000 km de longitud (Assumpcao, 1.992 en Mora, 1.995). En Colombia la placa de Nazca subduce el borde continental a lo largo de toda la costa del mar Pacífico, donde la zona de Benioff presenta diferentes ángulos de inclinación.
Por su ubicación en la esquina nor-occidental del continente suramericano, el territorio colombiano ha estado sometido desde el pasado geológico a grandes esfuerzos dirigidos en diferentes direcciones por el efecto de la convergencia de tres placas tectónicas: la placa oceánica del Caribe al norte, la placa oceánica de Nazca al oeste y la placa continental Suramericana localizada al Este de la anterior. La placa del Caribe presiona en dirección Sureste deslizándose a una tasa de 1 cm por año; la placa de Nazca presiona en dirección Este deslizándose debajo del continente a una tasa de 6 cm por año y la placa suramericana que se mueve hacia el Oeste a una tasa de 3 cm por año (James, 1.986).

Los eventos tectónicos principales que influyeron en las modificaciones del basamento colombiano y el desarrollo de las cuencas, están estrechamente relacionados a la evolución de la margen activa del lado occidental de Sur América. Los efectos de la subducción de la placa de Nazca han tenido responsabilidad directa en la fisiografía actual de Colombia: el sistema cordillerano de Los Andes al Oeste y la Cuenca del Amazonas/Orinoco al Este del territorio

2.7. Geología Regional

Los cuerpos que afloran en la zona se describen a continuación, partiendo de las unidades más recientes a las más antiguas:

- ***Batolito Antioqueño (K2-pi):*** Corresponde a intrusivos cretácicas. Está compuesta por cuarzo, biotita, plagioclasa y anfíboles. Si bien el Batolito Antioqueño, se encuentra usualmente cubierto por depósitos hacia la parte baja de la vertiente. Su composición es bastante homogénea, donde las diferencias importantes se deben a: cambios en el tamaño de los granos, contenido de autolitos y leves orientaciones de los minerales. El comportamiento de estos materiales, en relación con la estabilidad mecánica, es bueno, pues, en condiciones naturales, tienen elevada capacidad portante, elevado coeficiente

de fricción y ángulo de reposo, sin embargo este buen comportamiento mecánico se reduce de forma significativa por la presencia y acción del agua que esta zona es abundante y que puede favorecer, en estos materiales, la ocurrencia de procesos erosivos intensos, que unidos a la acción de la gravedad sobre los bloques inmersos en la matriz areno limosa, llegan a desestabilizar grandes extensiones de terreno. [3]

La baja resistencia a la alteración de las rocas del Batolito Antioqueño origina un perfil de meteorización muy profundo, 10 a 100 m, donde es común encontrar bloques esféricos residuales parcialmente meteorizados, que en conjunto forman un paisaje de colinas subredondeadas de baja altura. Una de las características fundamentales del Batolito Antioqueño es su homogeneidad litológica donde cerca del 95% ha sido clasificada como cuarzodiorita [4]

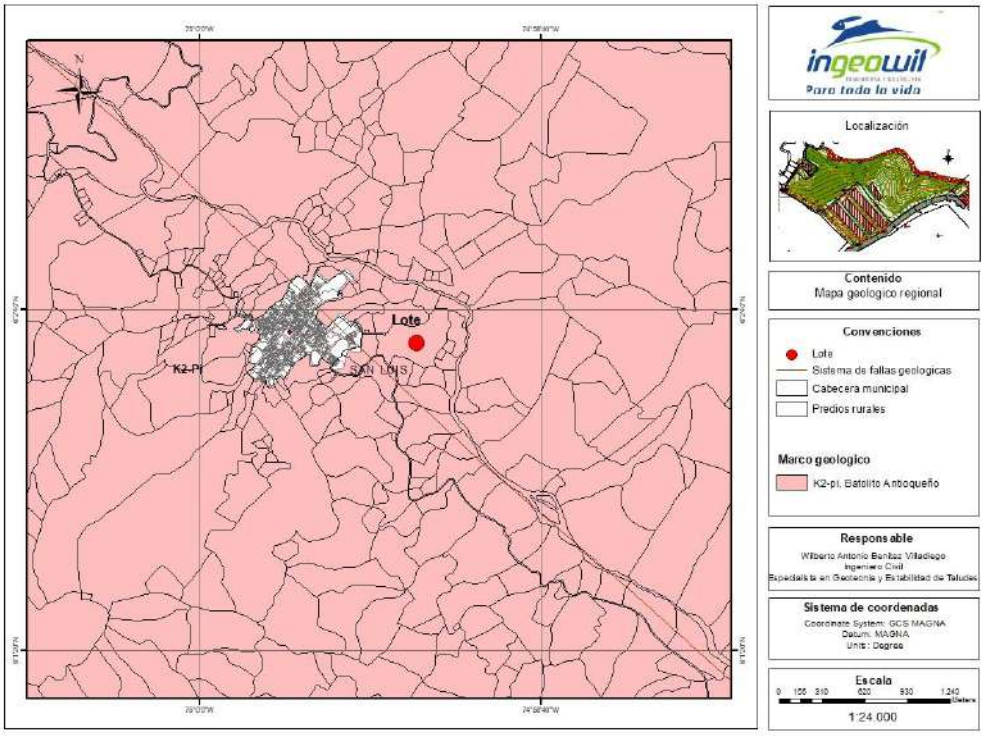


Figura 4 Geología Regional.

2.8. Geología Local

El lote en donde se llevará a cabo la construcción se encuentra ubicado sobre perfiles de meteorización de *cuarzodiorita del Batolito Antioqueño,* aquí podemos encontrar un suelo residual con transición a saprolito con características limo arenosa - arcilloso, dada la ubicación del lote sobre superficie suave en suelo natural. Dicho perfil cuenta con espesor de 0 a 2m de suelo residual, limo arcilloso de coloración pardo rojizo; posterior se encuentra saprolito, conformado por limo-

arenoso de color pardo rojizo moteado, con algunos fragmentos de roca, donde se diferencia cuarzo, feldespatos rosado y micas. El suelo es de consistencia firme, media plasticidad y húmeda relativa. Se diferencia fácilmente por el contenido de micas y color intenso. [4]

Algo a resaltar es que, en la zona norte del municipio hace parte del frente erosivo del Magdalena, el saprolito tiene una textura arenosa, menos resistente y es común encontrar bloques rocosos métricos con meteorización esferoidal, lo que favorece la formación de procesos de remoción. [5]

Figura 5 Materiales encontrados en la zona. Elaboración propia

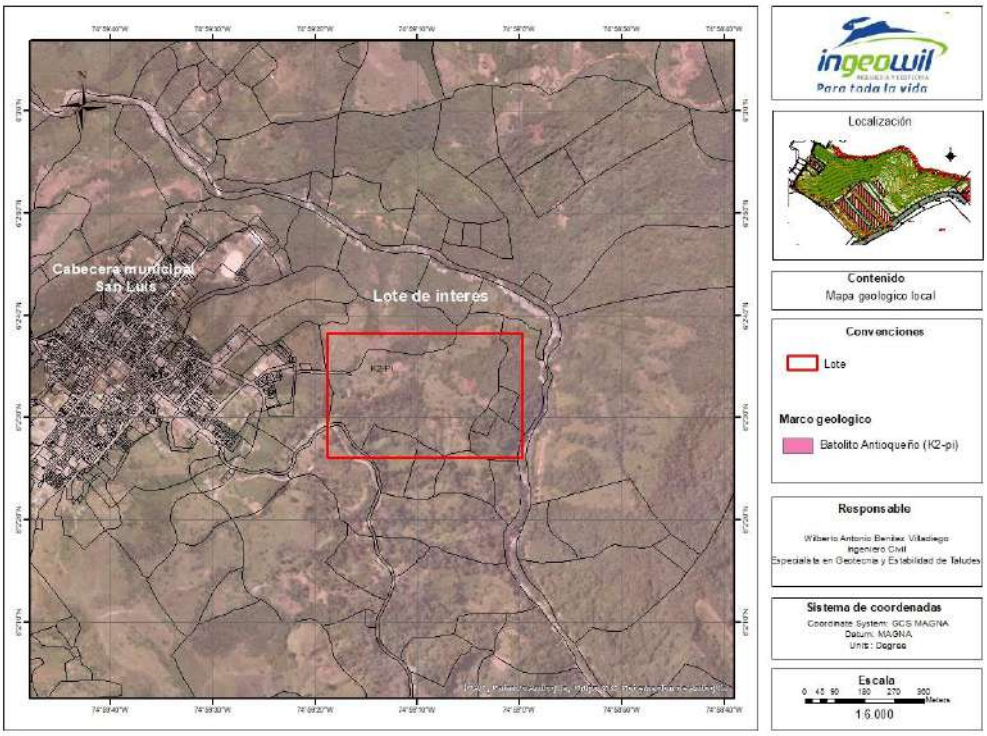


Figura 7 Mapa de geología local

2.9. Geomorfología

Las unidades geomorfológicas encontradas en la zona son:

- ***Frente Erosivo del Magdalena y Cañón del Rio Nus***: El frente erosivo este compuesto por un relieve montañoso dado por el cañón lineal del rio Nus en el segmento jurisdicción del municipio de San Luis y los cañones ramificados del rio Nare con sus afluentes, ambos cañones constituyen la última generación de formación de relieve con una gran eficiencia morfológica en la medida que transforma el relieve de los altiplanos en un relieve montañoso típico, conformado por cuchillas alargadas y agudas, vertientes largas y empinadas y cañones profundos, estrechos e interconectados. Las vertientes de estos cañones tienen un relieve pronunciado, donde se tienen vertientes largas, rectas e inestables, además los afluentes en esta zona tienen un alto gradiente, abrasión, además, es común observar movimientos en masa que obstruyan los cauces, lo que favorece a la formación de avenidas torrenciales. [5]

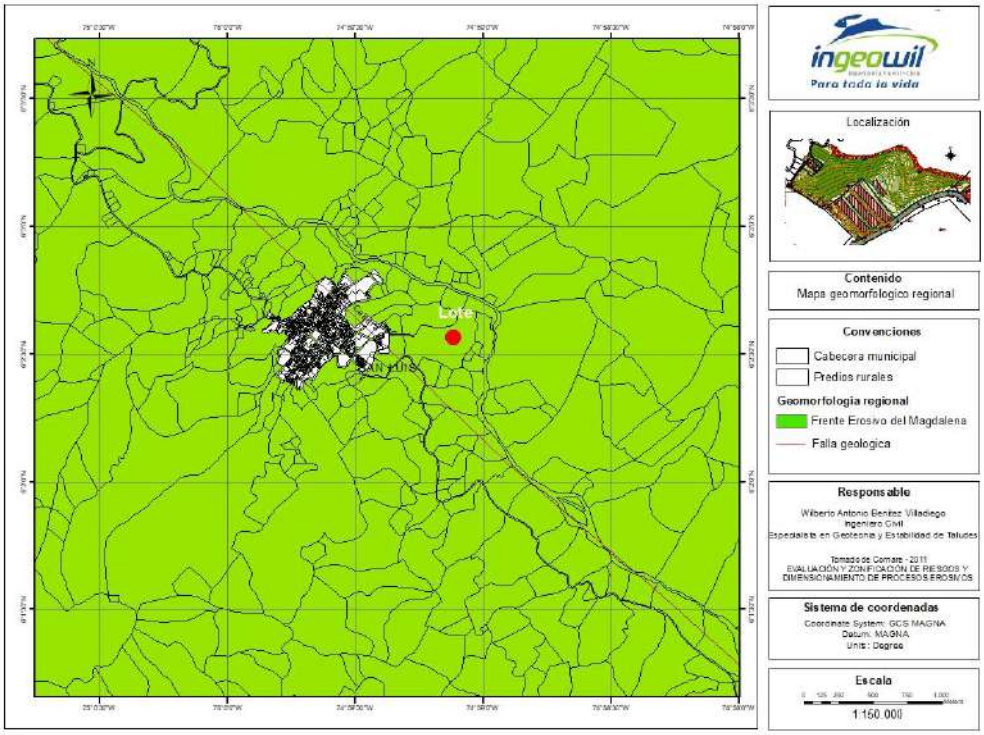


Figura 8 Mapa geomorfología Regional

2.10. Climatología Local

El municipio de San Luis está expuesta a los vientos alisios del nordeste, cargados de humedad, que penetran por el Valle del Magdalena e inician un proceso de ascenso. Durante el día el aire se calienta y asciende, y una vez enfriado, desciende en forma de lluvia durante la noche.
La nubosidad, típica de los bosques pluviales y muy húmedos, tiene influencia en las partes más altas del municipio, disminuyendo en estas zonas el brillo solar.

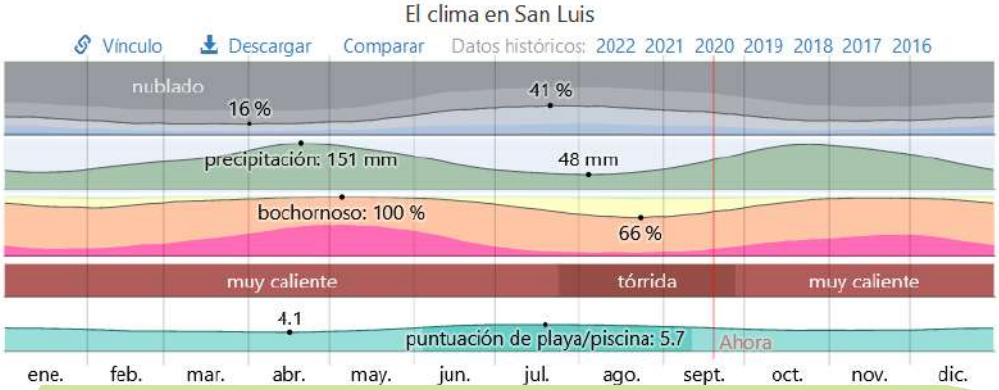


Figura 9 Clima del municipio de San Luis

2.11. Hidrología Local

Normalmente las zonas de inundación del municipio, están directamente ligadas al drenaje y a la topografía.

Las zonas de grado alto y muy alto están localizadas en las cuencas de los cuatro drenajes principales del municipio: la cuenca del rio Cocorná Sur, la cuenca del Rio Claro, La cuenca del el rio Dormilón y la cuenca del rio Samaná. Son zonas que recogen escurrimiento de las aéreas que tributan las cuencas; generalmente son las zonas más bajas, por lo que ayuda a una rápida acumulación de agua en estos cuatro drenajes.

Las corrientes secundarias de estas cuencas están localizadas en zonas con altas pendientes, el agua no genera concentración en los canales, solo en algunos puntos aislados. En la parte oriental del municipio, se tiene zonas con grados altos y muy altos de inundación en canales secundarios.

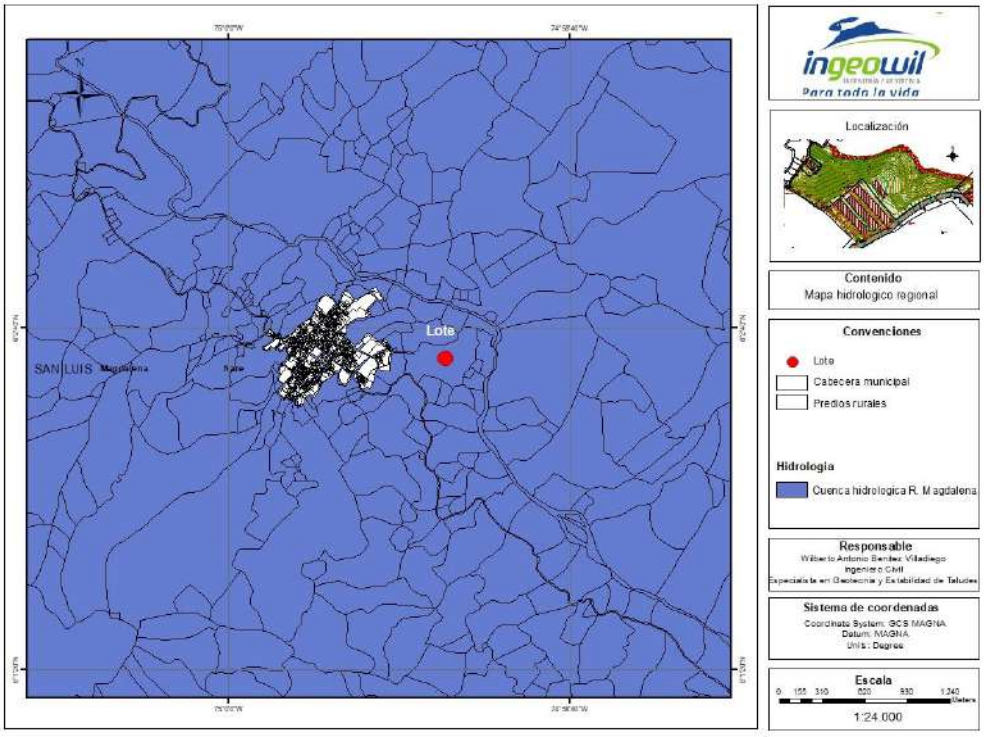


Figura 10 Red Hidrica

3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUBSUELO (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.3)

En este capítulo se definen el número mínimo y la profundidad mínima de los sondeos exploratorios del subsuelo, los cuales dependen del tamaño de la edificación propuesta (unidad de construcción). El ingeniero Geotecnista, podrá aumentar el número o la profundidad de los sondeos, dependiendo de las condiciones locales y los resultados iniciales de la exploración.

3.1. Coeficiente de Importancia (NSR-10 Titulo A Subtitulo A.2.5)

Se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia

3.2. Grupo de Uso (NSR- 10 Titulo A Subtitulo A.2.5.1)

Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los grupos que se enuncian en el capítulo A.2.5 de NSR-10.
Grupo IV: edificaciones indispensables
Grupo III: Edificaciones de atención a la comunidad
Grupo II: estructuras de ocupación especial
Grupo I: Estructuras de ocupación normal
Dado el uso que se dará a la edificación, esta se clasifica como " Estructura de ocupación normal" grupo I.

El coeficiente de importancia es de 1.00 para las edificaciones con grupo de uso I.

Tabla 1 Coeficiente de importancia. Tomado de Tabla A.2.5

Grupo de Uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1,50
III	1,25
II	1,10
I	**1,00**

3.3. Clasificación de la Unidad de Construcción por Categorías (NSR -10 Titulo H Subtitulo H.3.1)

Las unidades de construcción se clasifican en Baja, Media, Alta y Especial, según el número total de niveles y las cargas máximas de servicio. Para las cargas máximas se aplicará la combinación de carga muerta más carga viva debida al uso y ocupación de la edificación y para la definición del número de niveles se incluirán

todos los pisos del proyecto, sótanos, terrazas y pisos técnicos. Para la clasificación de edificaciones se asignará la categoría más desfavorable que resulte en la tabla H.3.1-1

Tabla 2 Clasificación de las unidades de construcción por categorías (NSR-10)

categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800kN
Media	**Entre 4 y 10 niveles**	**Entre 801 y 4.000 kN**
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

El proyecto corresponde a la construcción de 6 torres de 5 niveles, por lo que se categoriza en una unidad de construcción **MEDIA.**

3.4. Número Mínimo y Profundidad Mínima de Sondeos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2)

El número mínimo de sondeo de exploración que deberán efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto se define en la tabla H.3.2-1.

Tabla 3 Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción (NSR-10)

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6m Número mínimo de sondeos: 3	**Profundidad Mínima de sondeos: 15m** **Número mínimo de sondeos: 4**	Profundidad Mínima de sondeos: 25m Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30m Número mínimo de sondeos: 5

De acuerdo con la clasificación de la unidad de construcción, las 6 torres de cinco (5) niveles cada una, es de categoría **MEDIA,** dado la tabla H.3.2-1, son cuatro (4) perforaciones, que se profundizarán 15 m por unidad.

Efecto de Repetición – Para Proyectos con varias unidades similares, el numero total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción.

La cual se realizarán en total 14 sondeos mas 3 en la zona de parqueadero.

3.5. Plano de Localización de Perforaciones (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3)

Figura 11 Mapa Localización de Sondeos

3.6. Exploración Geotécnica (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3)

Consiste en la ejecución de apiques, trincheras, perforación o sondeo con muestreo o sondeos estáticos o dinámicos, con el fin de conocer y caracterizar el subsuelo afectado por el proyecto. Posteriormente, se procede a ejecutar pruebas directas o indirectas sobre los materiales encontrados para la ejecución de ensayos de laboratorio. La exploración debe ser amplia y suficiente para buscar un adecuado conocimiento del subsuelo hasta la profundidad afectada por la construcción, teniendo en cuenta la categoría del proyecto, el criterio del ingeniero Geotecnista y lo dispuesto en las tablas H.3.1-1. Y H.3.2-1.

3.7. Ensayos In-Situ (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3.2)

Los ensayos In situ, corresponden al ensayo SPT que son procesados a los datos en la oficina. Aunque la descripción del muestreo dado por cada Shelby, se encuentra disponible en la zona y se realizan en campo relacionándolos con las condiciones Geológicas y Geomorfológicas en el lugar de la realización del Sondeo.

3.8. Ensayo SPT (Standard Penetration Test) (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3.2)

Objetivo. Determinar la compacidad y la capacidad de soporte del suelo.
Descripción. Consiste básicamente en contar el número de golpes (N) que se necesitan para introducir dentro de un estrato de suelo, toma-muestras (cuchara partida) de 45 a 60 cm aproximadamente de largo, a diferentes profundidades (generalmente con variación de metro en metro). El toma-muestras es golpeado bajo energía constante, con una maza en caída libre de 140 lb. (63.5Kg) y una altura de caída de 30 plg. (76,2 cm). Este ensayo se realiza en suelo residual limo-arenoso y de arcilla blanda; no es recomendable llevarlo a cabo en depósitos de grava, roca o arcilla consolidada, debido a los daños que podría sufrir el equipo de perforación al introducirlo dentro de dichos estratos.

Equipos. Los equipos a utilizar son los siguientes.

- Pesa de 140lb, con una altura de caída de 30 plg.
- Barras y brazos de perforación
- Muestreador o tubo partido con las siguientes dimensiones: largo: 50cm, diámetro exterior: 51mm, diámetro interior: 35mm
- Peso total: 16lb
- Trípode de Carga
- Fluxómetro
- Parafina Sellante
- Fundas de Plástico
- Tarjetas de Identificación

Técnica del ensayo:
El ensayo se ejecuta de una manera universal como la que se describe a continuación

- En primer lugar, se realiza un sondeo hasta la profundidad establecida, y a continuación se lleva al fondo de dicha perforación una cuchara normalizada que se inca 15cm en la capa a reconocer, a fin de eliminar la zona superficial parcialmente alterada.

- Se hace una señal sobre el varillaje y se cuenta el número de golpes (N) necesarios para hincar de nuevo la cuchara, la profundidad de un pie (30cm). Como se mencionó anteriormente, la masa que se utiliza para la hinca pesa 140lb y su altura de caída es de 30 pulgadas, lo que corresponde a una fuerza de 0.5kj por golpe, aproximadamente.

- Entonces el parámetro medido será: N = N1 + N2, en donde N1 corresponde al número de golpes necesarios para hundir el toma-muestras 15 cm y N2 es en número de golpes que se necesita para introducir los 15 cm restantes de la toma-de muestras.

- Finalmente se abre la cuchara partida y se toma la muestra de su interior, para realizar los ensayos correspondientes (Contenido de Humedad, Granulometría, Límites de Consistencia, Peso Específico).

- Este ensayo se debe realizar máximo hasta los 50 golpes, ya que, después de este límite, introducir el equipo de perforación dentro del estrato puede causar daños al mismo. Cuando tenemos este caso, se dice que existe RECHAZO (roca o suelo muy bueno).

3.9. Registro Fotográfico

Figura 12 Registro fotográfico (SPT)

3.10. Estratigrafía (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2)

Bajo los recorridos de campo y las perforaciones realizadas en el lugar, se encontró en los primeros metros suelo residual, de composición limo arcilloso (MH), coloración pardo rojizo; a profundidad se encuentra saprolito de composición LIMO – ARENOSO (LM) de coloración pardo rojizo moteada, de media plasticidad y humedad, con algunos fragmentos subangulosos de roca, donde se diferencia minerales feldespáticos, cuarzo y micas, correspondiente al perfil de meteorización de la *cuarzodiorita del Batolito Antioqueño*. Material compacto de buena características geomecánicas.

En las perforaciones realizadas se encontró variaciones del mismo material en tonalidades posiblemente al grado de exposición de este ante los entes que produjeron dicha meteorización.

Figura 13 Perfil Geotécnico

3.11. Nivel Freático (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2)

el nivel freático no se encontró en las exploraciones realizadas a la fecha.

La posición del nivel freático corresponde a la línea de presión de poros igual a cero, equivalente a que la presión neta en el polígono sea igual a la presión atmosférica. El nivel de agua determina los niveles de presiones hidrostáticas sobre una superficie localizada por debajo de ese nivel o los valores de presión negativa o de succión para el suelo localizado inmediatamente por encima de este

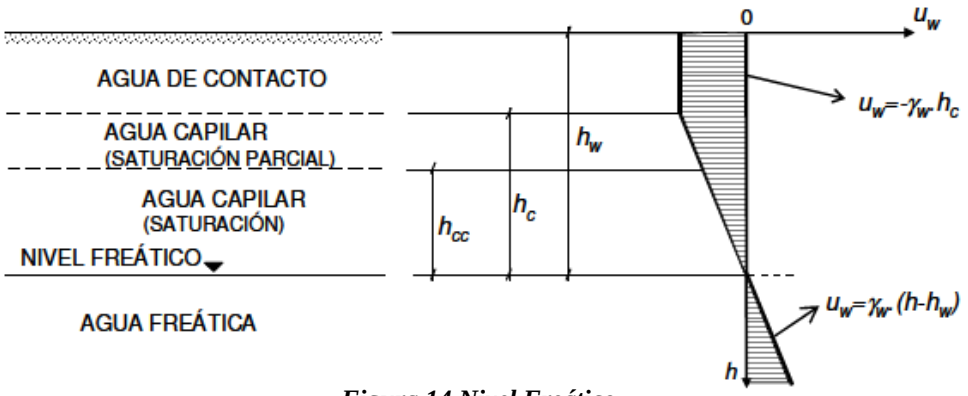


Figura 14 Nivel Freático.

3.12. Ensayos de Laboratorio (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3)

Selección de muestras- las muestras obtenidas de la exploración de campo deberían ser objeto de los manejos y cuidados que garanticen su representatividad y conservación. Las muestras para la ejecución de los ensayos de laboratorio deberán ser seleccionadas por el ingeniero Geotecnista y deberán corresponder a los diferentes materiales afectados por el proyecto.

Tipo y número de ensayos- el tipo y número de ensayos depende de las características propias de los suelos y materiales rocosos por investigar, del alcance del proyecto y del criterio del ingeniero Geotecnista. El ingeniero Geotecnista ordenara los ensayos de laboratorio que permitan conocer con claridad la clasificación de las muestras escogidas.
Igualmente, los ensayos de laboratorios que ordene el ingeniero Geotecnista escogidas, así como las de esfuerzo – deformación y resistencia al corte ante cargas monotónicas. Los análisis de respuestas del sitio deben realizarse con los resultados de ensayos de laboratorio que establezcan con claridad las propiedades esfuerzo deformación antes cargas cíclicas de los materiales de las muestras escogidas.

Propiedades básicas – son como mínimo las siguientes:

Propiedades básicas de los suelos – las propiedades básicas mínimas de los suelos a determinar con los ensayos de laboratorio son: peso unitario, humedad y clasificación completa para cada uno de los estratos o unidades estratigráficas y sus distintos niveles de meteorización. Igualmente debe determinarse como mínimo las propiedades de resistencia en cada uno de los materiales típicos encontrados en el sitio mediante compresión simple o corte directo en suelos cohesivos y corte directo o SPT en suelos granulares.

Propiedades básicas de las rocas – las propiedades mínimas de las rocas a determinar con los ensayos de laboratorio son: peso unitario, compresión simple (o Carga Puntual) y eventualmente la alterabilidad de este material mediante ensayos tipo desleimiento-durabilidad o similares.

3.13. Cálculos y Cómputos:

Las siguientes son las ecuaciones a utilizar: El valor de N (número de golpes necesarios para hincar un toma-muestras de 30 cm. De longitud en un estrato de suelo, una profundidad que generalmente varía de metro en metro) se determina, como se mencionó anteriormente, sumando los valores de N1 + N2, entonces:
Donde:
N1: Número de golpes necesarios para hincar él toma-muestras15 cm.
N2: Número de golpes necesarios para hincar él toma-muestras otros 15 cm.
A partir del N del ensayo SPT se pueden determinar la resistencia a la penetración

$$Rp=N*4$$

Donde,
Rp: resistencia a la penetración
N: número de golpes

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{10}$$

Donde,
σadm: carga admisible
N: número de golpes

σadm: carga admisible
N: número de golpes
Otro parámetro que se puede determinar a partir del N obtenido y de la clasificación posterior del suelo, es el grado de compacidad en caso de suelos arenosos y la consistencia en caso de suelos arcillosos, esto mediante tablas que relacionan los mencionados valores*:

Para casi todas estas variantes hay factores de corrección a la energía teórica de referencia Er y el valor de N de campo debe corregirse de la siguiente forma (Bowles, 1988):

$$\mathbf{N_{corr} = N \times Cn \times \eta 1 \times \eta 2 \times \eta 3 \times \eta 4}$$

En la cual N_{corr} = valor de N corregido

N = valor de N de campo

Cn = factor de corrección por confinamiento efectivo
η1 = factor por energía del martillo (0.45 ≤ η1 ≤ 1)

$$n_1 = \frac{ER}{E_{requerido}}$$

η2 = factor por longitud de la varilla (0.75 ≤ η2 ≤ 1)
η3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras (0.8 ≤ η3 ≤ 1)
η4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5'", = 1.15 para D=8")

3.14. Angulo de Fricción y Cohesión

Para obtener los valores del Angulo de fricción interna del suelo, se adoptaron los resultados de los ensayos de corte directo y triaxial, teniendo en cuenta las investigaciones de Peck, Kishida JNR que establecieron correlaciones de N y Ø.

$$C_N = 0.77 \log\left(\frac{200}{\sigma'}\right) \text{ para } \sigma' \geq 2{,}5 ton/m^2 \text{según Peck}$$

$$\text{Peck: } \emptyset = 27.7 + 0.3(N_1)_{60} - 0.00054((N_1)_{60})^2$$

$$\text{Kishida: } \emptyset = 15 + \sqrt{20(N_1)_{60}}$$

$$\text{JNR: } \emptyset = 27 + 0.32(N_1)_{60}$$

Donde,

$$(N_1)_{60} = C_N * N_{60}$$

$$N_{60} = N * C_N * n_1 * n_2 * n_3 * n_4$$

$$n_1 = \frac{ER}{60\%}$$

Las investigaciones relacionadas con los autores antes mencionados, incluyen los siguientes aspectos y procedimiento:

- Se debe normalizar la medida de la resistencia a la penetración que corresponde a Ei 60% y un esfuerzo corregido de 98,1 Kpa.
- Los valores de N deberán corregirse para una energía de 60%
- Asumir el valor de Ø' para un procedimiento reiterativo y calcular RSC y Ko.
- Cambiar N60 a (N1)60
- Luego se entra a la figura y se obtiene con (N1)60 el valor de Ø'

Comparar Ø' asumido con valor calculado. Si la diferencia es grande, iniciar el cálculo nuevamente considerando nuevas determinaciones de RSC y Ko

Tabla 4 Corrección de N perforación N° 1

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	9	0,98	1,5	0,5	0,75	1	1	5	21	0,38	0,35
2	2,45	13	1,78	1,5	0,5	0,75	1	1	7	21	0,68	0,64
3	3,45	15	2,58	1,5	0,5	0,75	1	1	8	27	1,31	1,17
4	4,45	38	3,38	1,4	0,5	0,75	1	1	19	27	1,72	1,53
5	5,45	22	4,18	1,3	0,5	0,75	1	1	11	27	2,13	1,90
6	6,45	16	4,98	1,2	0,5	0,75	1	1	7	27	2,54	2,26
7	7,45	30	5,78	1,2	0,5	0,85	1	1	15	27	2,95	2,62
8	8,45	34	6,58	1,1	0,5	0,85	1	1	16	27	3,35	2,99
9	9,45	66	7,38	1,1	0,5	0,85	1	1	31	27	3,76	3,35
10	10,45	76	8,18	1,1	0,5	0,85	1	1	35	27	4,17	3,71
11	11,45	37	8,98	1,0	0,5	0,95	1	1	18	27	4,58	4,08
12	12,45	38	9,78	1,0	0,5	0,95	1	1	18	27	4,98	4,44
13	13,45	40	10,58	1,0	0,5	0,95	1	1	19	27	5,39	4,80
14	14,45	45	11,38	1,0	0,5	0,95	1	1	20	27	5,80	5,17
15	15,45	58	12,18	0,9	0,5	0,95	1	1	26	27	6,21	5,53

Tabla 5 Corrección de N perforación N° 2

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	13	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	7	21	0,38	0,35
2	2,45	17	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	9	21	0,68	0,64
3	3,45	19	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	10	27	1,31	1,17
4	4,45	42	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	21	27	1,72	1,53
5	5,45	26	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	13	27	2,13	1,90
6	6,45	20	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	9	27	2,54	2,26
7	7,45	34	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	17	27	2,95	2,62
8	8,45	38	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	18	27	3,35	2,99
9	9,45	70	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	33	27	3,76	3,35
10	10,45	80	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	36	27	4,17	3,71
11	11,45	41	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	20	27	4,58	4,08
12	12,45	42	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	20	27	4,98	4,44
13	13,45	44	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	21	27	5,39	4,80
14	14,45	49	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	22	27	5,80	5,17
15	15,45	62	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	28	27	6,21	5,53

Tabla 6 Corrección de N perforación N° 3

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	23	0,98	1,47	0,5	0,75	1	1	13	21	0,38	0,35
2	2,45	27	1,78	1,47	0,5	0,75	1	1	15	21	0,68	0,64
3	3,45	29	2,58	1,45	0,5	0,75	1	1	16	27	1,31	1,17
4	4,45	52	3,38	1,36	0,5	0,75	1	1	27	27	1,72	1,53
5	5,45	36	4,18	1,29	0,5	0,75	1	1	17	27	2,13	1,90
6	6,45	30	4,98	1,23	0,5	0,75	1	1	14	27	2,54	2,26
7	7,45	44	5,78	1,19	0,5	0,85	1	1	22	27	2,95	2,62
8	8,45	48	6,58	1,14	0,5	0,85	1	1	23	27	3,35	2,99
9	9,45	80	7,38	1,10	0,5	0,85	1	1	38	27	3,76	3,35
10	10,45	90	8,18	1,07	0,5	0,85	1	1	41	27	4,17	3,71
11	11,45	51	8,98	1,04	0,5	0,95	1	1	25	27	4,58	4,08
12	12,45	52	9,78	1,01	0,5	0,95	1	1	25	27	4,98	4,44
13	13,45	54	10,58	0,98	0,5	0,95	1	1	25	27	5,39	4,80
14	14,45	59	11,38	0,96	0,5	0,95	1	1	27	27	5,80	5,17
15	15,45	72	12,18	0,94	0,5	0,95	1	1	32	27	6,21	5,53

Tabla 7 Corrección de N perforación N° 4

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	11	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	6	21	0,38	0,35
2	2,45	15	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	8	21	0,68	0,64
3	3,45	17	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	9	27	1,31	1,17
4	4,45	40	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	20	27	1,72	1,53
5	5,45	24	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	12	27	2,13	1,90
6	6,45	18	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	8	27	2,54	2,26
7	7,45	32	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	16	27	2,95	2,62
8	8,45	36	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	17	27	3,35	2,99
9	9,45	68	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	32	27	3,76	3,35
10	10,45	78	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	35	27	4,17	3,71
11	11,45	39	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	19	27	4,58	4,08
12	12,45	40	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	19	27	4,98	4,44
13	13,45	42	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	20	27	5,39	4,80
14	14,45	47	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	21	27	5,80	5,17
15	15,45	60	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	27	27	6,21	5,53

Tabla 8 Corrección de N perforación N° 5

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	8	0,98	1,5	0,5	0,75	1	1	4	21	0,38	0,35
2	2,45	13	1,78	1,5	0,5	0,75	1	1	7	21	0,68	0,64
3	3,45	14	2,58	1,5	0,5	0,75	1	1	8	27	1,31	1,17
4	4,45	26	3,38	1,4	0,5	0,75	1	1	13	27	1,72	1,53
5	5,45	32	4,18	1,3	0,5	0,75	1	1	16	27	2,13	1,90
6	6,45	26	4,98	1,2	0,5	0,75	1	1	12	27	2,54	2,26
7	7,45	23	5,78	1,2	0,5	0,85	1	1	12	27	2,95	2,62
8	8,45	9	6,58	1,1	0,5	0,85	1	1	4	24	2,93	2,68
9	9,45	14	7,38	1,1	0,5	0,85	1	1	7	27	3,76	3,35
10	10,45	20	8,18	1,1	0,5	0,85	1	1	9	27	4,17	3,71
11	11,45	24	8,98	1,0	0,5	0,95	1	1	12	27	4,58	4,08
12	12,45	28	9,78	1,0	0,5	0,95	1	1	13	27	4,98	4,44
13	13,45	34	10,58	1,0	0,5	0,95	1	1	16	27	5,39	4,80
14	14,45	40	11,38	1,0	0,5	0,95	1	1	18	27	5,80	5,17
15	15,45	57	12,18	0,9	0,5	0,95	1	1	25	27	6,21	5,53

Tabla 9 Corrección de N perforación N° 6

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	12	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	7	21	0,38	0,35
2	2,45	17	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	9	21	0,68	0,64
3	3,45	18	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	10	27	1,31	1,17
4	4,45	30	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	15	27	1,72	1,53
5	5,45	36	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	17	27	2,13	1,90
6	6,45	30	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	14	27	2,54	2,26
7	7,45	27	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	14	27	2,95	2,62
8	8,45	13	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	6	26	3,21	2,88
9	9,45	18	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	8	27	3,76	3,35
10	10,45	24	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	11	27	4,17	3,71
11	11,45	28	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	14	27	4,58	4,08
12	12,45	32	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	15	27	4,98	4,44
13	13,45	38	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	18	27	5,39	4,80
14	14,45	44	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	20	27	5,80	5,17
15	15,45	61	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	27	27	6,21	5,53

Tabla 10 Corrección de N perforación N° 7

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	22	0,98	1,47	0,5	0,75	1	1	12	21	0,38	0,35
2	2,45	27	1,78	1,47	0,5	0,75	1	1	15	21	0,68	0,64
3	3,45	28	2,58	1,45	0,5	0,75	1	1	15	27	1,31	1,17
4	4,45	40	3,38	1,36	0,5	0,75	1	1	20	27	1,72	1,53
5	5,45	46	4,18	1,29	0,5	0,75	1	1	22	27	2,13	1,90
6	6,45	40	4,98	1,23	0,5	0,75	1	1	19	27	2,54	2,26
7	7,45	37	5,78	1,19	0,5	0,85	1	1	19	27	2,95	2,62
8	8,45	23	6,58	1,14	0,5	0,85	1	1	11	27	3,35	2,99
9	9,45	28	7,38	1,10	0,5	0,85	1	1	13	27	3,76	3,35
10	10,45	34	8,18	1,07	0,5	0,85	1	1	15	27	4,17	3,71
11	11,45	38	8,98	1,04	0,5	0,95	1	1	19	27	4,58	4,08
12	12,45	42	9,78	1,01	0,5	0,95	1	1	20	27	4,98	4,44
13	13,45	48	10,58	0,98	0,5	0,95	1	1	22	27	5,39	4,80
14	14,45	54	11,38	0,96	0,5	0,95	1	1	25	27	5,80	5,17
15	15,45	71	12,18	0,94	0,5	0,95	1	1	32	27	6,21	5,53

Tabla 11 Corrección de N perforación N° 8

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	10	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	5	21	0,38	0,35
2	2,45	15	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	8	21	0,68	0,64
3	3,45	16	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	9	27	1,31	1,17
4	4,45	28	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	14	27	1,72	1,53
5	5,45	34	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	16	27	2,13	1,90
6	6,45	28	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	13	27	2,54	2,26
7	7,45	25	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	13	27	2,95	2,62
8	8,45	11	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	5	25	3,07	2,78
9	9,45	16	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	8	27	3,76	3,35
10	10,45	22	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	10	27	4,17	3,71
11	11,45	26	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	13	27	4,58	4,08
12	12,45	30	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	14	27	4,98	4,44
13	13,45	36	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	17	27	5,39	4,80
14	14,45	42	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	19	27	5,80	5,17
15	15,45	59	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	26	27	6,21	5,53

Tabla 12 Corrección de N perforación N° 9

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	7	0,98	1,5	0,5	0,75	1	1	4	21	0,38	0,35
2	2,45	11	1,78	1,5	0,5	0,75	1	1	6	21	0,68	0,64
3	3,45	18	2,58	1,5	0,5	0,75	1	1	10	27	1,31	1,17
4	4,45	20	3,38	1,4	0,5	0,75	1	1	10	27	1,72	1,53
5	5,45	13	4,18	1,3	0,5	0,75	1	1	6	26	2,04	1,83
6	6,45	16	4,98	1,2	0,5	0,75	1	1	7	27	2,54	2,26
7	7,45	23	5,78	1,2	0,5	0,85	1	1	12	27	2,95	2,62
8	8,45	36	6,58	1,1	0,5	0,85	1	1	17	27	3,35	2,99
9	9,45	26	7,38	1,1	0,5	0,85	1	1	12	27	3,76	3,35
10	10,45	36	8,18	1,1	0,5	0,85	1	1	16	27	4,17	3,71
11	11,45	44	8,98	1,0	0,5	0,95	1	1	22	27	4,58	4,08
12	12,45	51	9,78	1,0	0,5	0,95	1	1	24	27	4,98	4,44
13	13,45	62	10,58	1,0	0,5	0,95	1	1	29	27	5,39	4,80
14	14,45	78	11,38	1,0	0,5	0,95	1	1	36	27	5,80	5,17
15	15,45	94	12,18	0,9	0,5	0,95	1	1	42	27	6,21	5,53

Tabla 13 Corrección de N perforación N° 10

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	11	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	6	21	0,38	0,35
2	2,45	15	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	8	21	0,68	0,64
3	3,45	22	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	12	27	1,31	1,17
4	4,45	24	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	12	27	1,72	1,53
5	5,45	17	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	8	27	2,13	1,90
6	6,45	20	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	9	27	2,54	2,26
7	7,45	27	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	14	27	2,95	2,62
8	8,45	40	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	19	27	3,35	2,99
9	9,45	30	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	14	27	3,76	3,35
10	10,45	40	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	18	27	4,17	3,71
11	11,45	48	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	24	27	4,58	4,08
12	12,45	55	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	26	27	4,98	4,44
13	13,45	66	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	31	27	5,39	4,80
14	14,45	82	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	37	27	5,80	5,17
15	15,45	98	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	44	27	6,21	5,53

Tabla 14 Corrección de N perforación N° 11

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	21	0,98	1,47	0,5	0,75	1	1	12	21	0,38	0,35
2	2,45	25	1,78	1,47	0,5	0,75	1	1	14	21	0,68	0,64
3	3,45	32	2,58	1,45	0,5	0,75	1	1	17	27	1,31	1,17
4	4,45	34	3,38	1,36	0,5	0,75	1	1	17	27	1,72	1,53
5	5,45	27	4,18	1,29	0,5	0,75	1	1	13	27	2,13	1,90
6	6,45	30	4,98	1,23	0,5	0,75	1	1	14	27	2,54	2,26
7	7,45	37	5,78	1,19	0,5	0,85	1	1	19	27	2,95	2,62
8	8,45	50	6,58	1,14	0,5	0,85	1	1	24	27	3,35	2,99
9	9,45	40	7,38	1,10	0,5	0,85	1	1	19	27	3,76	3,35
10	10,45	50	8,18	1,07	0,5	0,85	1	1	23	27	4,17	3,71
11	11,45	58	8,98	1,04	0,5	0,95	1	1	29	27	4,58	4,08
12	12,45	65	9,78	1,01	0,5	0,95	1	1	31	27	4,98	4,44
13	13,45	76	10,58	0,98	0,5	0,95	1	1	35	27	5,39	4,80
14	14,45	92	11,38	0,96	0,5	0,95	1	1	42	27	5,80	5,17
15	15,45	108	12,18	0,94	0,5	0,95	1	1	48	27	6,21	5,53

Tabla 15 Corrección de N perforación N° 12

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	9	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	5	21	0,38	0,35
2	2,45	8	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	4	21	0,68	0,64
3	3,45	6	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	3	23	1,10	1,01
4	4,45	15	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	8	27	1,72	1,53
5	5,45	21	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	10	27	2,13	1,90
6	6,45	26	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	12	27	2,54	2,26
7	7,45	35	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	18	27	2,95	2,62
8	8,45	37	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	18	27	3,35	2,99
9	9,45	43	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	20	27	3,76	3,35
10	10,45	38	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	17	27	4,17	3,71
11	11,45	54	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	27	27	4,58	4,08
12	12,45	60	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	29	27	4,98	4,44
13	13,45	62	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	29	27	5,39	4,80
14	14,45	68	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	31	27	5,80	5,17
15	15,45	68	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	30	27	6,21	5,53

Tabla 16 Corrección de N perforación N° 13

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	11	0,98	1,5	0,5	0,75	1	1	6	21	0,38	0,35
2	2,45	8	1,78	1,5	0,5	0,75	1	1	4	21	0,68	0,64
3	3,45	20	2,58	1,5	0,5	0,75	1	1	11	27	1,31	1,17
4	4,45	16	3,38	1,4	0,5	0,75	1	1	8	27	1,72	1,53
5	5,45	22	4,18	1,3	0,5	0,75	1	1	11	27	2,13	1,90
6	6,45	26	4,98	1,2	0,5	0,75	1	1	12	27	2,54	2,26
7	7,45	34	5,78	1,2	0,5	0,85	1	1	17	27	2,95	2,62
8	8,45	43	6,58	1,1	0,5	0,85	1	1	21	27	3,35	2,99
9	9,45	47	7,38	1,1	0,5	0,85	1	1	22	27	3,76	3,35
10	10,45	63	8,18	1,1	0,5	0,85	1	1	29	27	4,17	3,71
11	11,45	72	8,98	1,0	0,5	0,95	1	1	35	27	4,58	4,08
12	12,45	92	9,78	1,0	0,5	0,95	1	1	44	27	4,98	4,44
13	13,45	100	10,58	1,0	0,5	0,95	1	1	47	27	5,39	4,80
14	14,45	112	11,38	1,0	0,5	0,95	1	1	51	27	5,80	5,17
15	15,45	114	12,18	0,9	0,5	0,95	1	1	51	27	6,21	5,53

Tabla 17 Corrección de N perforación N° 14

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	19	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	10	21	0,38	0,35
2	2,45	12	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	7	21	0,68	0,64
3	3,45	17	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	9	27	1,31	1,17
4	4,45	13	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	7	27	1,72	1,53
5	5,45	16	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	8	27	2,13	1,90
6	6,45	12	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	6	26	2,43	2,18
7	7,45	14	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	7	27	2,95	2,62
8	8,45	35	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	17	27	3,35	2,99
9	9,45	43	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	20	27	3,76	3,35
10	10,45	48	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	22	27	4,17	3,71
11	11,45	57	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	28	27	4,58	4,08
12	12,45	69	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	33	27	4,98	4,44
13	13,45	77	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	36	27	5,39	4,80
14	14,45	80	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	36	27	5,80	5,17
15	15,45	86	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	38	27	6,21	5,53

Tabla 18 Corrección de N perforación N° 15

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	25	0,98	1,47	0,5	0,75	1	1	14	21	0,38	0,35
2	2,45	22	1,78	1,47	0,5	0,75	1	1	12	21	0,68	0,64
3	3,45	34	2,58	1,45	0,5	0,75	1	1	19	27	1,31	1,17
4	4,45	30	3,38	1,36	0,5	0,75	1	1	15	27	1,72	1,53
5	5,45	36	4,18	1,29	0,5	0,75	1	1	17	27	2,13	1,90
6	6,45	40	4,98	1,23	0,5	0,75	1	1	19	27	2,54	2,26
7	7,45	48	5,78	1,19	0,5	0,85	1	1	24	27	2,95	2,62
8	8,45	57	6,58	1,14	0,5	0,85	1	1	28	27	3,35	2,99
9	9,45	61	7,38	1,10	0,5	0,85	1	1	29	27	3,76	3,35
10	10,45	77	8,18	1,07	0,5	0,85	1	1	35	27	4,17	3,71
11	11,45	86	8,98	1,04	0,5	0,95	1	1	42	27	4,58	4,08
12	12,45	106	9,78	1,01	0,5	0,95	1	1	51	27	4,98	4,44
13	13,45	114	10,58	0,98	0,5	0,95	1	1	53	27	5,39	4,80
14	14,45	126	11,38	0,96	0,5	0,95	1	1	57	27	5,80	5,17
15	15,45	128	12,18	0,94	0,5	0,95	1	1	57	27	6,21	5,53

Tabla 19 Corrección de N perforación N° 16

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	13	0,98	1,465	0,5	0,75	1	1	7	21	0,38	0,35
2	2,45	10	1,78	1,465	0,5	0,75	1	1	5	21	0,68	0,64
3	3,45	22	2,58	1,455	0,5	0,75	1	1	12	27	1,31	1,17
4	4,45	18	3,38	1,365	0,5	0,75	1	1	9	27	1,72	1,53
5	5,45	24	4,18	1,293	0,5	0,75	1	1	12	27	2,13	1,90
6	6,45	28	4,98	1,235	0,5	0,75	1	1	13	27	2,54	2,26
7	7,45	36	5,78	1,185	0,5	0,85	1	1	18	27	2,95	2,62
8	8,45	45	6,58	1,142	0,5	0,85	1	1	22	27	3,35	2,99
9	9,45	49	7,38	1,103	0,5	0,85	1	1	23	27	3,76	3,35
10	10,45	65	8,18	1,069	0,5	0,85	1	1	30	27	4,17	3,71
11	11,45	74	8,98	1,038	0,5	0,95	1	1	36	27	4,58	4,08
12	12,45	94	9,78	1,009	0,5	0,95	1	1	45	27	4,98	4,44
13	13,45	102	10,58	0,983	0,5	0,95	1	1	48	27	5,39	4,80
14	14,45	114	11,38	0,959	0,5	0,95	1	1	52	27	5,80	5,17
15	15,45	116	12,18	0,936	0,5	0,95	1	1	52	27	6,21	5,53

Tabla 20 Corrección de N perforación N° 17

Profundidades (m) De	A	Ncampo	σ' (t/m²)	C_N	η1	η2	η3	η4	$(N_1)_{60}$	ϕ	τ (t/m²)	C_u (t/m²)
1	1,45	15	0,98	1,5	0,5	0,75	1	1	8	21	0,38	0,35
2	2,45	18	1,78	1,5	0,5	0,75	1	1	10	21	0,68	0,64
3	3,45	20	2,58	1,5	0,5	0,75	1	1	11	27	1,31	1,17
4	4,45	24	3,38	1,4	0,5	0,75	1	1	12	27	1,72	1,53
5	5,45	24	4,18	1,3	0,5	0,75	1	1	12	27	2,13	1,90
6	6,45	26	4,98	1,2	0,5	0,75	1	1	12	27	2,54	2,26
7	7,45	34	5,78	1,2	0,5	0,85	1	1	17	27	2,95	2,62
8	8,45	40	6,58	1,1	0,5	0,85	1	1	19	27	3,35	2,99
9	9,45	44	7,38	1,1	0,5	0,85	1	1	21	27	3,76	3,35
10	10,45	48	8,18	1,1	0,5	0,85	1	1	22	27	4,17	3,71
11	11,45	56	8,98	1,0	0,5	0,95	1	1	28	27	4,58	4,08
12	12,45	72	9,78	1,0	0,5	0,95	1	1	35	27	4,98	4,44
13	13,45	80	10,58	1,0	0,5	0,95	1	1	37	27	5,39	4,80
14	14,45	92	11,38	1,0	0,5	0,95	1	1	42	27	5,80	5,17
15	15,45	96	12,18	0,9	0,5	0,95	1	1	43	27	6,21	5,53

Igualmente, por medio del ensayo SPT, se obtiene una relación de valores para los parámetros de resistencia.

CONSISTENCIA (Suelos Cohesivos)	N (S.P.T)	qu (Kg. /cm2) Resistencia a la compresion Simple	E (Kg./cm2)
Muy blanda	<2	< 0,25	3
Blanda	2 a 4	0,25 a 0,50	30
Mediana	4 a 8	0,50 a 1,00	45 a 90
Compacta	8 a 15	1,00 a 2,00	90 a 200
Muy Compacta	15 a 30	2,00 a 4,00	200
Dura	> 30	> 4	200

Fuente: ASTM INTERNATIONAL. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils: ASTM D 1586. New York: ASTM, 1996. p. 3-4

4. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.7)

Para realizar la evaluación geotécnica de efectos sísmicos que deben ser considerados en el diseño de estructuras se parte de los aspectos básicos que están relacionados con la modificación del movimiento del terreno (efectos inerciales) y los cinemáticos. Adicionalmente, los aspectos básicos contribuyen a cuantificar de una manera acertada las incertidumbres relacionadas con la respuesta dinámica del terreno, las condiciones de estabilidad de los materiales, y los efectos del potencial de licuación o movilidad cíclica en los suelos granulares y n los suelos de grano fino de baja plasticidad

4.1. Efectos de la litología y Tipos de suelos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.7.1.1)

La caracterización básica del perfil litológico se establece en términos de los valores de velocidad de onda de corte (Vs) con la profundidad y su variación horizontal, hasta el nivel de roca (rechazo en el ensayo SPT), o suelos duros (Vs>500 m/s) mediante ensayos geofísicos en el terreno. Adicionalmente, de manera complementaria para efectos de caracterización de la variación espacial, o para evaluar los rangos de valores de las propiedades relevantes, se pueden utilizar correlaciones debidamente soportadas con otros parámetros geotécnicos, como el número de golpes en el ensayo de SPT.

4.2. Caracterización Sísmica (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2)

La caracterización Sísmica se realizó en base al capítulo de la NSR – 10 anteriormente citado en el título A en aquel capitulo se presenta las normas colombianas de Sismo resistencia y cuáles pueden ser las posibles Sismo – fuentes en cada uno de los departamentos con su respectiva amenaza sísmica corresponden los Municipios de Colombia para así dependiendo del proyecto a realizar consultarlo

4.3. Definición de la Zona de Amenaza Sísmica (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.3)

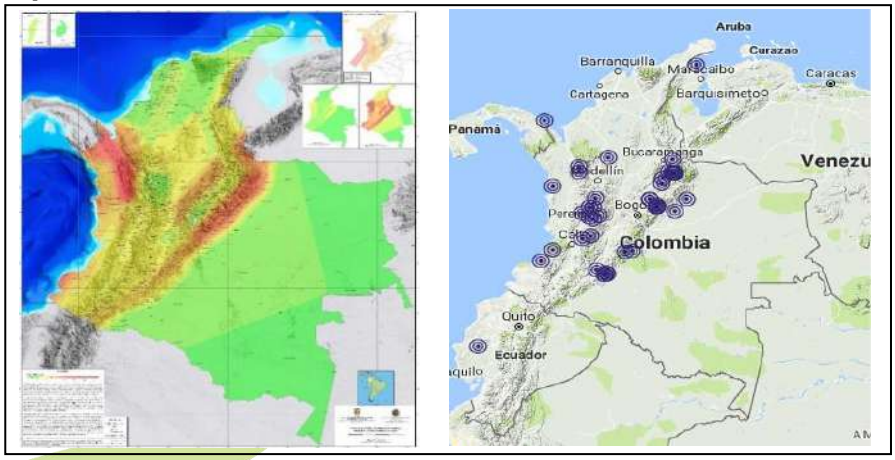


Figura 15 Mapa de Amenaza sísmica colombiano (SGC, 2010)

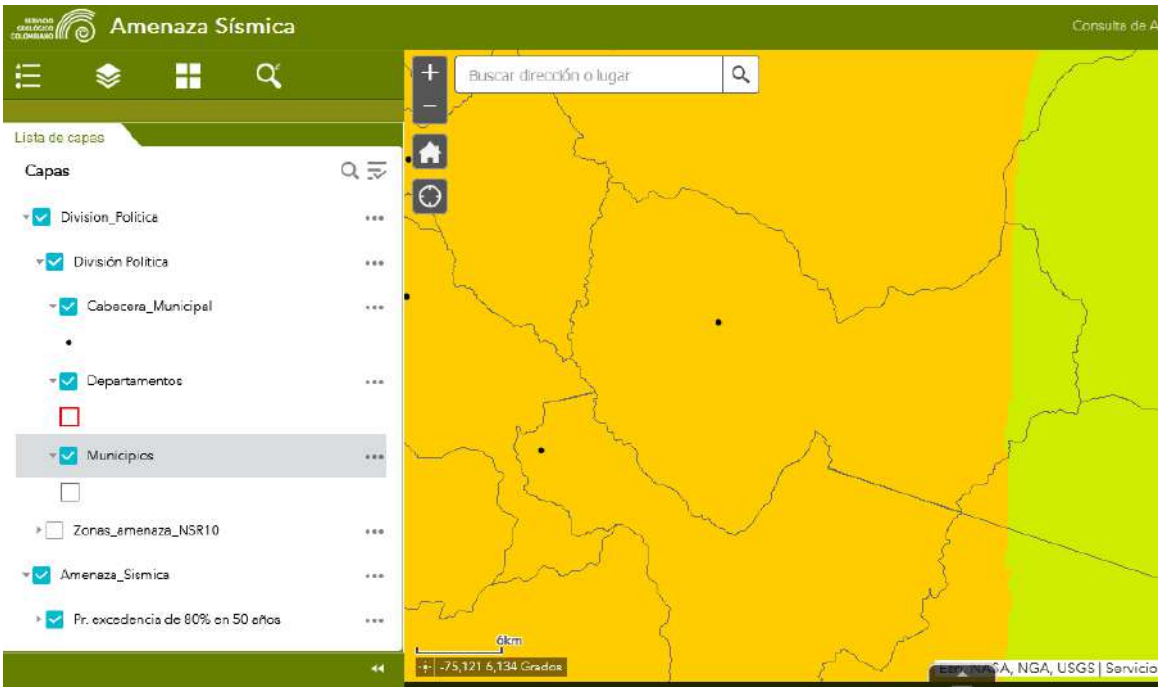


Figura 16 Red sísmica municipio San Luis

4.4. Definición De Valores De Aceleración Y Velocidad Pico Efectiva (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.9.3.4)

Municipio de San Luis.

Valores de aceleración y velocidad pico efectiva, para una probabilidad del diez por cientos de ser excedidos en un lapso de cincuenta años, Aa, Av, Ae, Ad, y los valores de los coeficientes de sitio Fa, y Fv, según el tipo de perfil de suelo.

Tabla 21 Zona De Amenaza Sísmica

Municipio	Código Municipio	Aa	Av	Zona de Amenaza sísmica	Ae	Ad
San Luis	05660	**0,15**	**0,25**	**Alta**	0,12	0,06

Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
Av: Coeficiente de aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.
Ae: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño con seguridad reducida.
Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño

Para la definición del tipo de suelo se realizó por la tabla Tabla A.2.4-3 del Título A de la Norma de construcción NSR – 10, en la que se presenta la caracterización para cada tipo de suelo.

4.5. Perfil de Suelo (NSR-10 Titulo A. Subtitulo A.2.4.3)

Para definir el tipo de perfil del suelo los criterios que se utilizan son los expuestos en el numeral A.2.4.4 de la NSR-10, que se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil, medidos en el sitio que se describieron en A.2.4.3.
Teniendo en cuenta el numeral A.2.4.5 de NSR-10, procedimiento de clasificación es el siguiente:

A.2.4.5.1 — Paso 1 — Debe verificarse si el suelo se clasifica tipo F, en cuyo caso se debe realizar un estudio sísmico particular de clasificación en el sitio, por parte de un ingeniero geotecnista siguiendo los lineamientos de A.2.10.

F	Los perfiles de suelo **tipo F** erquieren una evaluacion realizada explicitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10 Se contemplan las siguientes subclases: **F1** - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sismica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o debilmente cementados, etc. **F2** - Turba y arcillas organicas y muy organicas (H> 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). **F3** - Arcillas de muy alta plasticidad (H> 7,5m con indice de plasticidad IP> 75) **F4** - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana ablanda (H> 36m)

A.2.4.5.2 — Paso 2 — Debe establecerse la existencia de estratos de arcilla blanda. La arcilla blanda se define como aquella que tiene una resistencia al corte no drenado menor de 50 kPa (0.50 kgf/cm²), un contenido de agua, W , mayor del 40%, y un índice de plasticidad, IP, mayor de 20. Si hay un espesor total, H, de 3 m o más de estratos de arcilla que cumplan estas condiciones

A.2.4.5.3 — Paso 3 — El perfil se clasifica utilizando uno de los tres criterios: $\overline{v}$ s, N, o la consideración conjunta de Ñch y $\overline{s}$u.
Criterios para clasificar perfil de suelos tipo C, D o E:
Vs en los 30m superiores del perfil
Ñ en los 30m superiores del perfil
Ñch para los estratos de suelos existentes en los 30m superiores que se clasifican como no cohesivos (IP<20) o suelo cohesivo que tienen IP>20, lo que indica un perfil más blando.

Tabla 22 Criterios para clasificar suelos (NSR – 10). Tabla A.2.4-2

Tipo de perfil	Vs	N o Nch	Su
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 kPa (1kgf/cm²)
D	**Entre 180 y 360 m/s**	**Entre 15 y 50**	**Entre 100 y 50 kPa (0,5 a 1 kgf/cm²)**
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 kPa (0,5 kgf/cm²)

(a) Para nuestro caso no contamos con el Vs en los 30 m superiores del perfil
(b) Se podrá utilizar el criterio basado en N que involucra todos los estratos del perfil. Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo
El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}} \quad \text{(A.2.4-2)}$$

Donde:
Ni=número de golpes por píe obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de Ni a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

(c)Alternativamente se podrá utilizar el criterio basado en $\bar{S}$u, para la fracción de suelos cohesivos y el criterio Ñch, que toma en cuenta la fracción de los suelos no cohesivos del perfil

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de laboratorios nos muestran que el suelo en estudio son suelos cohesivos hasta los 15 metros

Tipo de perfil de suelo: **Tipo D**

Tabla 23 Perfil de Suelo perforación 1 a la 12

	PERFORACION 1			PERFORACION 2			PERFORACION 3			PERFORACION 4		
	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni
1	1	8	0,13	1	13	0,08	1	24	0,04	1	11	0,09
2	1	12	0,08	1	17	0,06	1	28	0,04	1	15	0,07
3	1	14	0,07	1	20	0,05	1	28	0,04	1	16	0,06
4	1	35	0,03	1	42	0,02	1	49	0,02	1	38	0,03
5	1	19	0,05	1	24	0,04	1	32	0,03	1	21	0,05
6	1	14	0,07	1	18	0,06	1	25	0,04	1	15	0,07
7	1	24	0,04	1	29	0,03	1	37	0,03	1	27	0,04
8	1	27	0,04	1	31	0,03	1	39	0,03	1	29	0,03
9	1	51	0,02	1	57	0,02	1	63	0,02	1	54	0,02
10	1	58	0,02	1	64	0,02	1	69	0,01	1	59	0,02
11	1	27	0,04	1	31	0,03	1	38	0,03	1	29	0,03
12	1	27	0,04	1	31	0,03	1	38	0,03	1	29	0,03
13	1	28	0,04	1	32	0,03	1	38	0,03	1	29	0,03
14	1	30	0,03	1	34	0,03	1	40	0,03	1	32	0,03
15	1	39	0,03	1	43	0,02	1	49	0,02	1	40	0,03
	15		**0,72**	**15**		**0,56**	**15**		**0,4**	**15**		**0,63**

	PERFORACION 5			PERFORACION 6			PERFORACION 7			PERFORACION 8		
	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni
1	1	8	0,13	1	13	0,08	1	23	0,04	1	10	0,10
2	1	12	0,08	1	17	0,06	1	28	0,04	1	15	0,07
3	1	13	0,08	1	18	0,06	1	28	0,04	1	16	0,06
4	1	24	0,04	1	30	0,03	1	38	0,03	1	26	0,04
5	1	29	0,03	1	34	0,03	1	41	0,02	1	30	0,03
6	1	22	0,05	1	27	0,04	1	35	0,03	1	24	0,04
7	1	19	0,05	1	23	0,04	1	30	0,03	1	20	0,05
8	1	6	0,17	1	10	0,10	1	18	0,06	1	8	0,13
9	1	10	0,10	1	14	0,07	1	22	0,05	1	12	0,08
10	1	15	0,07	1	19	0,05	1	25	0,04	1	16	0,06
11	1	18	0,06	1	21	0,05	1	28	0,04	1	19	0,05
12	1	20	0,05	1	24	0,04	1	30	0,03	1	21	0,05
13	1	23	0,04	1	27	0,04	1	34	0,03	1	25	0,04
14	1	27	0,04	1	31	0,03	1	37	0,03	1	28	0,04
15	1	38	0,03	1	42	0,02	1	48	0,02	1	40	0,03
	15		**1,01**	**15**		**0,74**	**15**		**0,5**	**15**		**0,86**

	PERFORACION 9			PERFORACION 10			PERFORACION 11			PERFORACION 12		
	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni
1	1	7	0,14	1	11	0,09	1	21	0,05	1	8	0,13
2	1	11	0,09	1	16	0,06	1	25	0,04	1	8	0,13
3	1	17	0,06	1	23	0,04	1	32	0,03	1	5	0,20
4	1	19	0,05	1	24	0,04	1	31	0,03	1	14	0,07
5	1	10	0,10	1	15	0,07	1	24	0,04	1	18	0,06
6	1	14	0,07	1	18	0,06	1	25	0,04	1	22	0,05
7	1	19	0,05	1	23	0,04	1	30	0,03	1	29	0,03
8	1	29	0,03	1	34	0,03	1	40	0,03	1	29	0,03
9	1	20	0,05	1	24	0,04	1	31	0,03	1	33	0,03
10	1	27	0,04	1	32	0,03	1	38	0,03	1	28	0,04
11	1	33	0,03	1	37	0,03	1	43	0,02	1	40	0,03
12	1	37	0,03	1	41	0,02	1	46	0,02	1	43	0,02
13	1	43	0,02	1	48	0,02	1	54	0,02	1	43	0,02
14	1	53	0,02	1	58	0,02	1	64	0,02	1	47	0,02
15	1	63	0,02	1	68	0,01	1	73	0,01	1	46	0,02
	15		**0,81**	**15**		**0,61**	**15**		**0,4**	**15**		**0,87**

Tabla 24 Perfil de Suelo perforación 13 a la 17

	PERFORACION 13			PERFORACION 14			PERFORACION 15			PERFORACION 16		
	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni	di (pie)	Ni(60)	di/Ni
1	1	11	0,09	1	20	0,05	1	26	0,04	1	13	0,08
2	1	8	0,13	1	13	0,08	1	22	0,05	1	10	0,10
3	1	20	0,05	1	17	0,06	1	33	0,03	1	21	0,05
4	1	15	0,07	1	12	0,08	1	28	0,04	1	16	0,06
5	1	19	0,05	1	15	0,07	1	32	0,03	1	21	0,05
6	1	22	0,05	1	11	0,09	1	35	0,03	1	24	0,04
7	1	28	0,04	1	11	0,09	1	40	0,03	1	30	0,03
8	1	35	0,03	1	29	0,03	1	45	0,02	1	36	0,03
9	1	37	0,03	1	35	0,03	1	47	0,02	1	38	0,03
10	1	48	0,02	1	38	0,03	1	58	0,02	1	49	0,02
11	1	54	0,02	1	43	0,02	1	64	0,02	1	55	0,02
12	1	67	0,01	1	51	0,02	1	77	0,01	1	68	0,01
13	1	71	0,01	1	56	0,02	1	80	0,01	1	72	0,01
14	1	78	0,01	1	57	0,02	1	87	0,01	1	79	0,01
15	1	77	0,01	1	59	0,02	1	87	0,01	1	79	0,01
	15		**0,62**	**15**		**0,70**	**15**		**0,4**	**15**		**0,56**

	PERFORACION 17		
	di (pie)	**Ni(60)**	**di/Ni**
1	1	16	0,06
2	1	18	0,06
3	1	20	0,05
4	1	23	0,04
5	1	21	0,05
6	1	22	0,05
7	1	28	0,04
8	1	32	0,03
9	1	35	0,03
10	1	37	0,03
11	1	42	0,02
12	1	52	0,02
13	1	57	0,02
14	1	64	0,02
15	1	65	0,02
	15		**0,52**

Tipo de perfil de suelo: **Tipo D**
Perforación Promedio: $\overline{N}_{=}26{,}63$
$15 < \bar{N}$, entonces el perfil de suelo es **Tipo D**

Conociendo el tipo de perfil del suelo, se definen los valores de coeficientes de sitio.

Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional. Para este caso Fa =1.5

Tabla 25 Valores del coeficiente Fa (NSR-10). Tabla A.2.4-3

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa < 0.1	Aa = 0.2	Aa = 0.3	Aa =0.4	Aa > 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	**1.6**	**1.4**	**1.2**	**1.1**	**1.0**
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota

Nota: Para el perfíl F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar especifico y debe llevarse a cabo un analisis de ampliación de onda de acuerdo con A.2.10

Fv= Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional. Para este caso Fv = 3.2

Tabla 26 Valores de Fv (NSR-10). Tabla A.2.4-4

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Av < 0.1	Av = 0.2	Av = 0.3	Av =0.4	Av > 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	**2.4**	**2.0**	**1.8**	**1.6**	**1.5**
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota

Nota: Para el perfíl F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar especifico y debe llevarse a cabo un analisis de ampliación de onda de acuerdo con A.2.10

Valores de los coeficientes de sitio

Fa: 1.5 **Fv**: 1.9

4.6. Condiciones Geotécnicas Especiales (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9)

4.6.1. Materiales Expansivos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.)

La incidencia del comportamiento de los materiales expansivos en los daños experimentados por las estructuras no fue identificada por los especialistas en el estudio de suelos y fundaciones como una de las causas fundamentales de esos daños, prácticamente hasta fines de 1930. A partir de allí se comienza a reconocer que muchas de las patologías de las estructuras, que eran atribuidas a asentamientos del suelo u otros problemas, se debían en realidad a un fenómeno de hinchamiento.

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

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 y Límite Plástico 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 27 Tabla Potencial Expansivo

Grado de Potencial Expansivo	Indice Plastico
Bajo	0 - 15
Medio	10 -35.
Alto	20 - 55
Muy Alto	> 35

4.6.2. Licuación (NSR – 10 Titulo H - Subtitulo H.10.2.2.2)

Se define como el aumento progresivo de la presión del agua intersticial, dentro de los suelos granulares, bajo la acción sísmica, de manera que el esfuerzo efectivo se reduce eventualmente a cero y el depósito se comporta como un líquido. Es un fenómeno que tiene relación directa con la movilidad cíclica y el corrimiento lateral;

ocurre en suelos arenosos y en limos no plásticos, saturados y parcialmente saturados.
La licuefacción inducida por terremoto es uno de los principales contribuyentes al riesgo sísmico urbano.

Los parámetros valiosos en el análisis del comportamiento de los suelos licuable confirman la intensidad del movimiento sísmico en función del Coeficiente de Esfuerzo Cíclico (CSR, siglas en inglés) efectivo promedio. Algunos especialistas como Seed and Idriss (1971) indican la siguiente expresión numérica, y gráfica para CRS:

$$CSR = \frac{t_{av}}{\sigma'_{vo}}$$

t_{av} Amplitud del esfuerzo cortante equivalente
σ'_{vo} Tension efectiva de sobrecarga

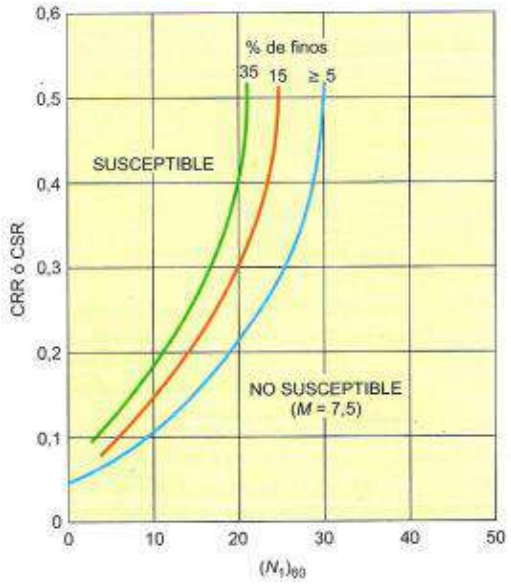


Figura 17 Susceptibilidad de licuefacción en función del spt, (N1)60 para un terremoto de magnitud 7,5. Fuente: Vallejos, L (2002)

Para lo anterior el CRR o coeficiente de resistencia cíclica, se calcula de la siguiente manera:

$$CRR = \frac{1}{34 - N} + \frac{N}{13.5} + \frac{50}{[10N + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

Donde N=(N1)60, y está limitado para valores menores que 30

5. MODELO GEOTÉCNICO DE DISEÑO (NSR – 10, TITULO H SUBTITULO H.3.3.4)

5.1. Selección de las Propiedades De Diseño (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.3.4)

Las propiedades del suelo o roca superficiales deben determinarse usando uno o más de los siguientes métodos:

- ✓ Pruebas in situ durante el programa de exploración de campo, incluyendo la consideración de cualquier prueba geofísica realizada.
- ✓ Prueba de laboratorio, y
- ✓ Retro análisis de los parámetros de diseño con base a los datos de comportamiento del sitio

Las selecciones finales de los parámetros de diseño también deben acoplarse a la experiencia local, correlaciones de las propiedades específicas de las formaciones geológicas locales, además de las experiencias con bases amplias y datos publicados relevantes. Si se utilizan correlaciones publicadas en combinación con unos de los métodos mencionados anteriormente, debe considerarse la aplicabilidad de las correlaciones a las formaciones geológicas específica mediante el uso de la experiencia local, resultado de pruebas locales, y/o experiencia largo plazo.

Los valores de diseño seleccionados para los parámetros deben ser apropiados para el estado límite particular y su modelo de cálculo correspondiente en consideración.

Por lo tanto, las propiedades ingenieriles para roca deben tener en cuenta las propiedades de las piezas intactas u para las propiedades del macizo rocoso como un todo, teniendo en cuenta especialmente las discontinuidades dentro del macizo rocoso. Para determinar las propiedades ingenieriles de los macizos rocosos, deben emplearse una combinación de pruebas de laboratorio en muestras pequeñas análisis empírico y observaciones visuales y descripciones cuantitativas del macizo rocos.

Hay un número de diferentes pruebas geofísicas en situ que pueden utilizarse para obtener información estratigráfica y determinar las propiedades ingenieriles.

Tabla 28 Resultados modelo geotécnico de diseño

Tipo de Clasificación	Estándar	0.50m -2.00m
Clasificación de Suelos	MH - Limo de alta o muy alta plasticidad	
Consistencia	Consistencia firme (difícil de deformar al apretar con la mano)	
DATOS DEL SUELO		
Coeficiente de Poisson	[v]:	0,4
Peso unitario	[γ]:	18,0 kN/m³
Módulo de deformación	[E_{def}]:	5 MPa
PARÁMETROS EFECTIVOS		
Ángulo de fricción interna	[φ_{ef}]:	21°
Cohesión de suelo	[C_{ef}]:	4.0 kN/m²
Tipo de Clasificación	Estándar	2.00m -15.00m
Clasificación de Suelos	ML - Limo de baja a media Plasticidad	
Consistencia	Consistencia firme (difícil de deformar al apretar con la mano)	
DATOS DEL SUELO		
Coeficiente de Poisson	[v]:	0,35
Peso unitario	[γ]:	18,0 kN/m³
Módulo de deformación	[E_{def}]:	3 MPa
PARÁMETROS EFECTIVOS		
Ángulo de fricción interna	[φ_{ef}]:	27°
Cohesión de suelo	[C_{ef}]:	0.5 kN/m²

5.2. Factores De Seguridad (NSR -10 Titulo H Subtitulo H.2.4)

En la ingeniería civil en general el factor de seguridad FS se define como la relación entre fuerzas resistentes F_R y actuantes F_A y también pueden usarse esfuerzos y se usa para evaluar el estado límite de falla. En la ingeniería geotécnica el factor de seguridad básico o directo, FSB, se define como la relación entre esfuerzo cortante último resistente o esfuerzo cortante a la falla τ y esfuerzo cortante actuante τ_A.

$$F_{SB} = \frac{\tau_F}{\tau_A} \qquad \text{(H.2.4-3 NSR-10)}$$

Usualmente la ingeniería geotécnica el esfuerzo cortante a la falla τ_f se expresa con el criterio de Mohr Coulomb:

$$\tau_{f=C'+\sigma'.x\,Tan\varphi'} \quad \textbf{(H.2.4-4 NSR-10)}$$

5.3. Valores del Factor de Seguridad Geotécnico Básico F_{SB} (NSR-10 Titulo H Subtitulo H.2.4)

La selección de los factores de seguridad debe justificarse plenamente teniendo en cuenta:

(a) La magnitud de la obra.
(b) Las consecuencias de una posible falla en la edificación o sus cimentaciones.
(c) La calidad de la información disponible en materia de suelos.
En cualquier caso, los Factores de Seguridad Básicos FSB aplicados al material térreo (suelo, roca o material intermedio) no deben ser inferiores a los Factores de Seguridad Básicos Mínimos FSBM o FSBUM, en la cual las cargas se refieren a valores nominales sin coeficientes de mayoración, para los cimientos y el material térreo de cimentación se empleará para las fuerzas sísmicas E un factor R 1.0. En ningún caso el factor de seguridad básico mínimo FSBM podrá ser inferior a 1.00

Tabla 29 Factores de Seguridad Fuente: Titulo H 2.4-1

Condicion	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construccion	Diseño	Construccion
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1,5	1,25	1,8	1,4
Carga Muerta + Carga Viva Maxima	1,25	1,1	1,4	1,15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estatico	1,1	1,00 *	No Se Permite	No Se Permite
Taludes - Condicion Estatica y Agua Subterranea Normal	1,5	1,25	1,8	1,4
Taludes - Condicion Seudo-estatica con Agua Subterranea Normal y	1,05	1 ,00*	No Se Permite	No Se Permite
(*) Nota : Los Parametros sismicos seudo estaticos de Construccion seran el 50% de los de diseño				

5.4. Factores De Seguridad Indirectos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.7)

El factor de seguridad básico o directo **F_{SB}** definido en el H.2.4.1 es el factor de seguridad geotécnico real, pero de él se derivan Factores de Seguridad Indirectos que tienen valores diferentes y los cuales se especifican en los diferentes capítulos del Título H de la NSR-10, pero en todo caso se debe demostrar que el empleo de éstos **F_S** indirectos implica Factores de Seguridad Básicos **F_{SB}** iguales o superiores a los valores mínimos **F_{SBM}**.

Tabla 30 Factores De Seguridad Indirectos (H.4.7-1 – NSR-10)

Factores de Seguridad Indirectos Fsicp Mínimos	
Condición	F_{SICP} **Minimo Diseño**
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3
Carga Muerta + Carga Viva Maxima	2,5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Simso Diseño Seudo estático	1,5

En todo caso se deberá demostrar que los valores de **F_{SB}** directos equivalentes no son inferiores a los de la tabla H.2.4-1 de la NSR-10.

6. CIMENTACIONES (NSR – 10 TITULO H SUBTITULOH.4)

Toda edificación debe soportarse sobre el terreno en forma adecuada para sus fines de diseño, construcción y funcionamiento. En ningún caso puede apoyarse sobre la capa vegetal, rellenos sueltos, materiales degradables o inestables, susceptibles de erosión, socavación, licuación o arrastre por aguas subterráneas. La cimentación se debe colocar sobre materiales que presenten propiedades mecánicas adecuadas en términos de resistencia y rigidez, o sobre rellenos artificiales, que no incluyan materiales degradables, debidamente compactados.

En el diseño de toda cimentación se deben considerar tanto los estados límites de falla, del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación, como los estados límites de servicio. Los edificios se deben diseñar empotrados en su base para que los esfuerzos se transmitan en forma adecuada a la cimentación en los cálculos se tendrá en cuenta la iteración entre los diferentes elementos de la cimentación de la estructura y de las edificaciones vecinas, como analizar si hay superposición de bulbos de cargas., los efectos de los sótanos, las excentricidades de los centros de gravedad y de cargas que en conjunto se ocasionan

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados.

6.1. Profundidad de cimentación (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.6)

Analizando los perfiles estratigráficos, los resultados de los ensayos de laboratorio y teniendo en consideración las características estructurales del proyecto, se

concluye que la cimentación será superficial, desplantadas quitando la capa vegetal desde la superficie del terreno.

Fundación superficial a 1,0 m Zapatas Corridas.

6.2. Tipo de Cimentación (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4)

La elección del tipo de cimentación depende especialmente de las características mecánicas del terreno, como su cohesión, su ángulo de rozamiento interno, posición del nivel freático y también de la magnitud de las cargas existentes. A partir de todos esos datos se calcula la capacidad portante, que junto con la homogeneidad del terreno aconsejan usar un tipo u otro diferente de cimentación

Los tipos de cimentación sobre roca se dividen principalmente en superficiales y profundas. En la primera clasificación entran las zapatas, losas en ocasiones y características especiales los cajones. En la segunda clasificación se encuentran las pilas y pilotes.

6.3. Cimentaciones Superficiales (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2)

Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas. En este tipo de cimentación, la carga se reparte en un plano de apoyo horizontal.

Siempre que es posible se emplean cimentaciones superficiales, ya que son el tipo de cimentación menos costoso y más simple de ejecutar

6.3.1. Zapatas Aisladas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2)

Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son las Columnas; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar una única Zapata, de ahí el nombre de aislada. Es el tipo de zapata más simple, aunque cuando el momento flector en la base de la columna es excesivo no son adecuadas y en su lugar deben emplearse zapatas combinadas o zapatas corridas en las que se asienten más de una columna

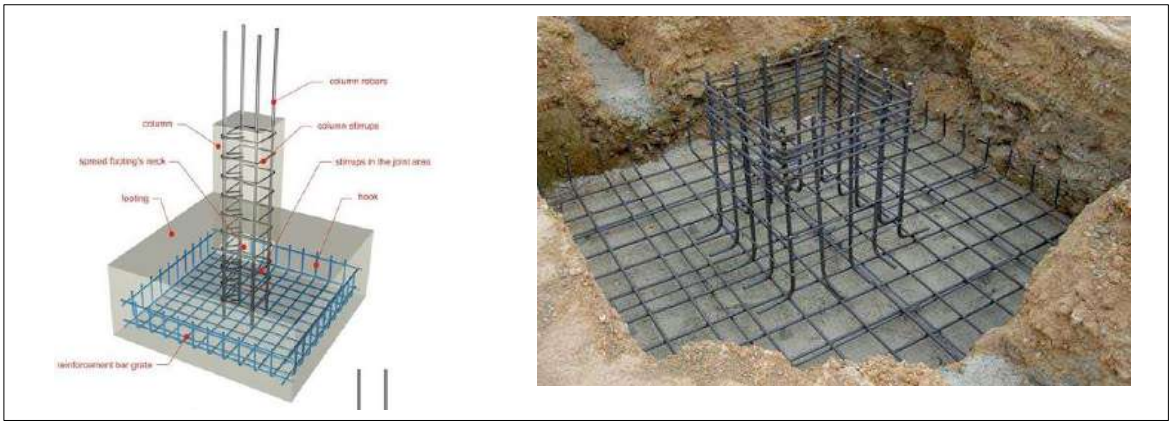


Figura 18 Zapatas Aisladas

6.3.2. Zapatas Combinadas o Corridas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2)

Este tipo de cimentación se emplea cuando las zapatas aisladas se encuentran muy próximas o incluso se solapan. Las causas que originan esta situación son varias: la proximidad de las Columnas, la existencia de fuertes cargas concentradas que pueden dar lugar a elevados asentamientos diferenciales, la escasa capacidad resistente del terreno o la presencia de discontinuidades en este. Si el número de columnas que soporta es menor de tres se denominan combinadas y corridas en caso contrario. También se utilizan para apoyar muros con capacidad portante (muros de carga o muros de contención de tierras) ya tengan o no soportes embutidos en cuyo caso la anchura de la zapata puede ser variable.

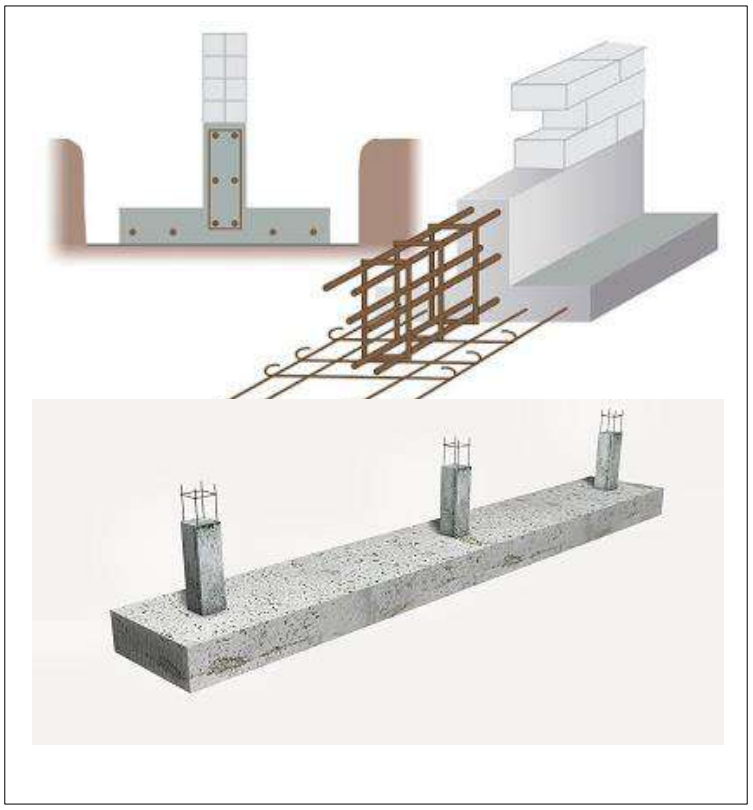


Figura 19 Zapatas Combinadas o Corridas

6.3.3. Losas de cimentación (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.2)

Una losa de cimentación es una placa flotante apoyada directamente sobre el terreno. La cimentación por losa se emplea
+como un caso extremo de los anteriores cuando la superficie ocupada por las zapatas o por el emparrillado represente un porcentaje elevado de la superficie total. La losa puede ser maciza, aligerada o disponer de refuerzos especiales para mejorar la resistencia a punzonamiento bajo los soportes individualmente (denominados pedestales si están sobre la losa y refuerzos si están bajo ella) o por líneas (nervaduras).

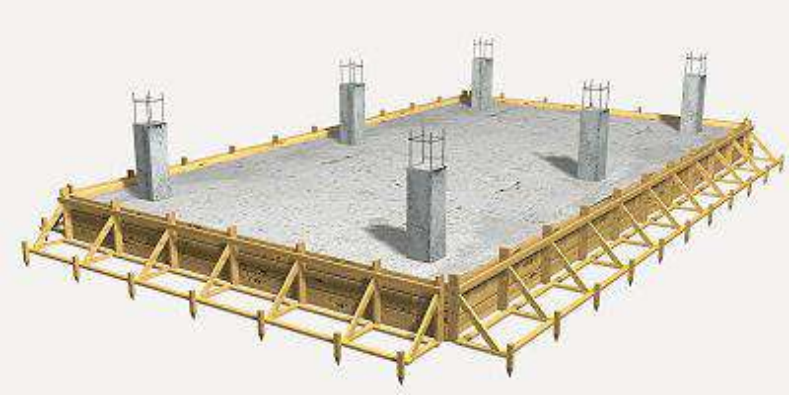


Figura 20 Losas de cimentación

En particular, también cabe emplear este tipo de cimentaciones cuando se diseñan cimentaciones “compensadas”. En ellas el diseño de la edificación incluye la existencia de sótanos de forma que el peso de las tierras excavadas equivale aproximadamente al peso total del edificio; la losa distribuye uniformemente las tensiones en toda la superficie y en este caso los asientos que se esperan son reducidos. Si el edificio se distribuye en varias zonas de distinta altura deberá preverse la distribución proporcional de los sótanos, así como juntas estructurales

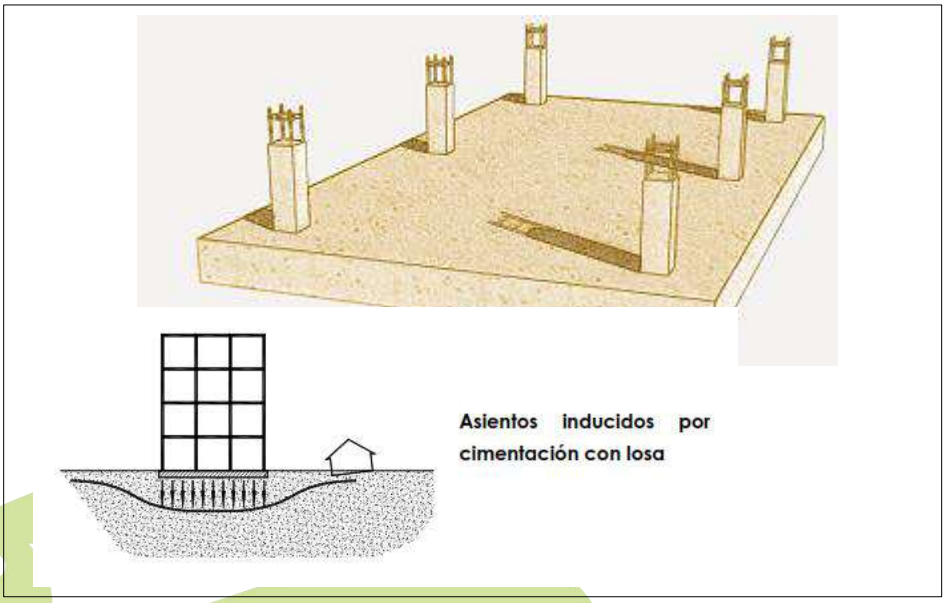


Figura 21 Losas de cimentaciones “compensadas” y asentamiento inducidos

6.4. Cimentaciones Profundas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.4)

Se basan en el esfuerzo cortante entre el terreno y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno. Por eso deben ser más profundas, para poder proveer sobre una gran área sobre la que distribuir un esfuerzo suficientemente grande para soportar la carga. Algunos tipos utilizados en cimentaciones profundas son:

Cuando el terreno cercano a la superficie es poco resistente, existen estratos de suelo, o cuando las cargas son altas, resulta conveniente cimentar sobre pilas o pilotes para trasmitir las cargas hasta un horizonte más resistente y menos deformable. También, cuando existen cavidades en la roca debe revisarse la estabilidad a corto y largo plazo, bajo las cargas que le serán impuestas. Si la resistencia no es suficiente, el techo será demolido o se perforará para dar paso a pilas o pilotes.

6.4.1. Pilotes (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.4)

Son elementos de cimentación esbeltos que se hincan (pilotes de desplazamiento prefabricados) o construyen en una cavidad previamente abierta en el terreno (pilotes de extracción ejecutados in situ). Antiguamente eran de madera, hasta que en los años 1940 comenzó a emplearse el hormigón.

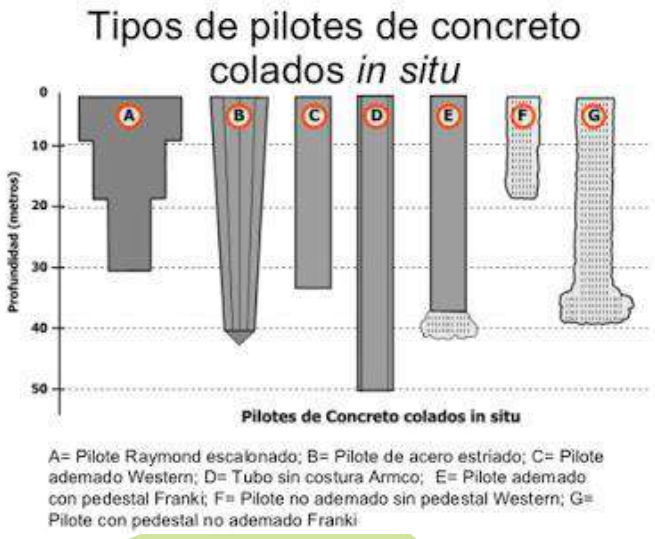


Figura 22 Tipos de pilotes de concreto

7. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.7.1)

El cálculo de la capacidad portante admisible para las estructuras según el tipo de edificación se realizó empleando las ecuaciones propuestas por Meyerhof y Vesic, y se adoptó un factor de seguridad de tres para determinar la capacidad admisible del suelo.

El cálculo de capacidad de soporte se realizó, teniendo en cuenta los parámetros de resistencia al corte obtenidos de los análisis anteriores y considerando la influencia de los factores de forma para cimentaciones.

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{cc} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

Donde

- c= cohesión
- q= esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación
- γ= peso específico del suelo
- B= ancho de la cimentación
- F_{CS}, F_{qs}, $F_{\gamma s}$ = factor de forma
- F_{cd}, F_{qd}, $F_{\gamma d}$ = factores de profundidad
- F_{ci}, F_{qi}, $F_{\gamma i}$= factores de inclinación de la carga

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

Factores de capacidad de carga

$$N_q = tan^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)e^{\pi tan\emptyset} \qquad N_c = (N_q + 1)cot\Phi \qquad N_\gamma = 2(N_q + 1)tan\Phi$$

Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta, así

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

7.1. Cálculo de la Capacidad Portante Admisible.

7.2. Capacidad Portante Zapatas Corridas

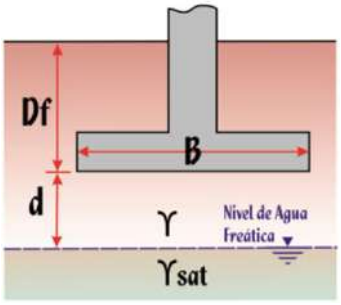


Figura 23 Zapata Corrida

Zapata Corrida Ancho de 1.20m a 1.0 m de desplante

Tabla 31 Vigas Corridas ancho de 1.20m

CIMENTACION SUPERFICIAL. CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF			
CIMENTACION SUPERFICIAL (VIGAS CORRIDAS) d>B			
DATOS INICIALES			
* FS : 3	* Υ : 18 KN/m3		
* C : 4 KN/m2	* B : 1,2 m		
* ϕ : 21 °	* L : Infinito		
* β : 0 °	* Df : 1 m		
Factores de Carga	**Factores de Forma**	**Factores de Profundidad**	**Factores de Inclinación**
Nq = 7,071	Fcs = 1,000	Fqd = 1,263	Fci = 1,000
NΥ = 6,196	Fqs = 1,000	Fcd = 1,306	Fqi = 1,000
Nc = 15,815	FΥs = 1,000	FΥd = 1,000	FΥi = 1,000
Cálculo de Esfuerzo q	**Cálculo de Carga Última**	**Carga Admisible**	
q = 18,000 KN/m2	qu = 310,286 KN/m2	q(adm) = 103,429 KN/m2	

Tabla 32 Zapata Corrida con ancho variable a 1m desplante

CIMENTACION CONTINUA A 1,0M DESPLANTE			
B	**Cálculo de Esfuerzo q**	**Cálculo de Carga Última**	**Carga Admisible**
1,2	q = 18,000 KN/m2	qu = 310,286 KN/m2	q(adm) = 103,429 KN/m2
1,4	q = 18,000 KN/m2	qu = 314,010 KN/m2	q(adm) = 104,670 KN/m2
1,5	q = 18,000 KN/m2	qu = 316,602 KN/m2	q(adm) = 105,534 KN/m2
1,6	q = 18,000 KN/m2	qu = 316,602 KN/m2	q(adm) = 105,534 KN/m2

7.3. Asentamientos (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8)

7.3.1. Para Zapatas Corridas (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8)

Los asentamientos se clasifican como inmediatos (elásticos) y por consolidación. Los asentamientos inmediatos son aquellos que toman lugar cuando la carga es aplicada dentro de un periodo de tiempo muy corto. Los asentamientos por consolidación son aquellos dependientes del tiempo y toman meses o años en desarrollarse.

Los análisis de asentamientos inmediatos son usados para todos los suelos granulares, limos y arcillas con un grado de saturación menor al 90% y para todos los suelos de grano grueso con grandes coeficientes de permeabilidad. Los análisis de asentamientos por consolidación son usados para todos los suelos de grano fino saturados o con un grado de saturación mayor al 90%, donde la teoría de consolidación se aplica.

La estimación de los asentamientos para los valores de capacidad portante de seguridad, fueron realizados mediante expresiones de la teoría elástica y la teoría de la consolidación.

Tabla 33 Asentamiento de zapata continua

Zapata Corrida				Asientos Fundaciones Flexible			
Ancho	Largo	m	Ip	Esquina	Centro	Valor medio	Carga total
(m)	(m)			(cm)	(cm)	(cm)	(T)
1,20	1,00	0,83	0,51	1,13	2,26	1,92	**12,60**
1,40	1,00	0,71	0,47	1,21	2,43	2,06	**14,70**
1,50	1,00	0,67	0,45	1,25	2,50	2,12	**15,75**
1,60	1,00	0,63	0,44	1,29	2,57	2,18	**16,80**

Teniendo en cuenta los asentamientos Totales dados por la norma en el capítulo NSR – 10 H.4.9.2, se propone que, para Asentamientos Totales en construcciones aisladas, como correspondería en este caso, en donde se presenta un asentamiento total menor de 30 cm. En el lugar de la construcción se proponen cimentaciones, que como es visible en las anteriores tablas, lo que deduciríamos que es admisible para ese tipo de construcciones.

8. ANÁLISIS SUPLEMENTARIOS (NSR – 10. CAPITULO H.8 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIONES, EXCAVACIONES Y MUROS DE CONTENCION)

8.1. Módulo De Elasticidad

Para el cálculo del módulo de elasticidad (Principal parámetro de deformación) se emplearon las siguientes expresiones definidas según Bowles (1982) y el U.S. Department of the Navy (1982), el tipo de suelo y los resultados de N, según el suelo encontrado en cada exploración, donde:

$$E_s\ [Ton/m^2] = 30*(N + 5)\ \text{arenas arcillosas}$$
$$E_s\ [Ton/m^2] = 50*(N + 15)\ \text{Arenas}$$

8.2. Módulo De Balasto

El objetivo de este parámetro es el de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante K por unidad de área, lo que realmente es una conveniencia matemática que facilita los cálculos de esfuerzos y deformaciones en las interfaces estructura-suelo, puesto que las deformaciones se hacen directamente proporcionales a los esfuerzos aplicados (winkler)

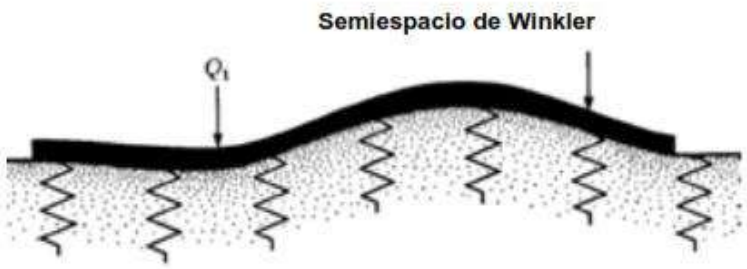


Figura 24 Modulo De Balasto

Tabla 34 Modulo de elasticidad y De Balasto perforación 1 a la 12

PERFORACIÓN 1			
Prof [m]	N	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	9	720	1440
2	13	840	1680
3	15	900	1800
4	38	1590	3180
5	22	1110	2220
6	16	930	1860
7	30	1350	2700
8	34	1470	2940
9	66	2430	4860
10	76	2730	5460
11	37	1560	3120
12	38	1590	3180
13	40	1650	3300
14	45	1800	3600
15	58	2190	4380

PERFORACIÓN 2		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	840	1680
2	960	1920
3	1020	2040
4	1710	3420
5	1230	2460
6	1050	2100
7	1470	2940
8	1590	3180
9	2550	5100
10	2850	5700
11	1680	3360
12	1710	3420
13	1770	3540
14	1920	3840
15	2310	4620

PERFORACIÓN 3		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	1140	2280
2	1260	2520
3	1320	2640
4	2010	4020
5	1530	3060
6	1350	2700
7	1770	3540
8	1890	3780
9	2850	5700
10	3150	6300
11	1980	3960
12	2010	4020
13	2070	4140
14	2220	4440
15	2610	5220

PERFORACIÓN 4		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	780	1560
2	900	1800
3	960	1920
4	1650	3300
5	1170	2340
6	990	1980
7	1410	2820
8	1530	3060
9	2490	4980
10	2790	5580
11	1620	3240
12	1650	3300
13	1710	3420
14	1860	3720
15	2250	4500

PERFORACIÓN 5			
Prof [m]	N	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	8	690	1380
2	13	840	1680
3	14	870	1740
4	26	1230	2460
5	32	1410	2820
6	26	1230	2460
7	23	1140	2280
8	9	720	1440
9	14	870	1740
10	20	1050	2100
11	24	1170	2340
12	28	1290	2580
13	34	1470	2940
14	40	1650	3300
15	57	2160	4320

PERFORACIÓN 6		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	810	1620
2	960	1920
3	990	1980
4	1350	2700
5	1530	3060
6	1350	2700
7	1260	2520
8	840	1680
9	990	1980
10	1170	2340
11	1290	2580
12	1410	2820
13	1590	3180
14	1770	3540
15	2280	4560

PERFORACIÓN 7		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	1110	2220
2	1260	2520
3	1290	2580
4	1650	3300
5	1830	3660
6	1650	3300
7	1560	3120
8	1140	2280
9	1290	2580
10	1470	2940
11	1590	3180
12	1710	3420
13	1890	3780
14	2070	4140
15	2580	5160

PERFORACIÓN 8		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	750	1500
2	900	1800
3	930	1860
4	1290	2580
5	1470	2940
6	1290	2580
7	1200	2400
8	780	1560
9	930	1860
10	1110	2220
11	1230	2460
12	1350	2700
13	1530	3060
14	1710	3420
15	2220	4440

PERFORACIÓN 9			
Prof [m]	N	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	7	660	1320
2	11	780	1560
3	18	990	1980
4	20	1050	2100
5	13	840	1680
6	16	930	1860
7	23	1140	2280
8	36	1530	3060
9	26	1230	2460
10	36	1530	3060
11	44	1770	3540
12	51	1980	3960
13	62	2310	4620
14	78	2790	5580
15	94	3270	6540

PERFORACIÓN 10		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	780	1560
2	900	1800
3	1110	2220
4	1170	2340
5	960	1920
6	1050	2100
7	1260	2520
8	1650	3300
9	1350	2700
10	1650	3300
11	1890	3780
12	2100	4200
13	2430	4860
14	2910	5820
15	3390	6780

PERFORACIÓN 11		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	1080	2160
2	1200	2400
3	1410	2820
4	1470	2940
5	1260	2520
6	1350	2700
7	1560	3120
8	1950	3900
9	1650	3300
10	1950	3900
11	2190	4380
12	2400	4800
13	2730	5460
14	3210	6420
15	3690	7380

PERFORACIÓN 12		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	720	1440
2	690	1380
3	630	1260
4	900	1800
5	1080	2160
6	1230	2460
7	1500	3000
8	1560	3120
9	1740	3480
10	1590	3180
11	2070	4140
12	2250	4500
13	2310	4620
14	2490	4980
15	2490	4980

Tabla 35 Modulo de elasticidad y De Balasto perforación 13 a la 17

PERFORACIÓN 13			
Prof [m]	N	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	11	780	1560
2	8	690	1380
3	20	1050	2100
4	16	930	1860
5	22	1110	2220
6	26	1230	2460
7	34	1470	2940
8	43	1740	3480
9	47	1860	3720
10	63	2340	4680
11	72	2610	5220
12	92	3210	6420
13	100	3450	6900
14	112	3810	7620
15	114	3870	7740

PERFORACIÓN 14		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	1020	2040
2	810	1620
3	960	1920
4	840	1680
5	930	1860
6	810	1620
7	870	1740
8	1500	3000
9	1740	3480
10	1890	3780
11	2160	4320
12	2520	5040
13	2760	5520
14	2850	5700
15	3030	6060

PERFORACIÓN 15		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	1200	2400
2	1110	2220
3	1470	2940
4	1350	2700
5	1530	3060
6	1650	3300
7	1890	3780
8	2160	4320
9	2280	4560
10	2760	5520
11	3030	6060
12	3630	7260
13	3870	7740
14	4230	8460
15	4290	8580

PERFORACIÓN 16		
Prof [m]	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	840	1680
2	750	1500
3	1110	2220
4	990	1980
5	1170	2340
6	1290	2580
7	1530	3060
8	1800	3600
9	1920	3840
10	2400	4800
11	2670	5340
12	3270	6540
13	3510	7020
14	3870	7740
15	3930	7860

PERFORACIÓN 17			
Prof [m]	N	E_s [Ton/m^2]	Ks [t/m3]
1	15	900	1800
2	18	990	1980
3	20	1050	2100
4	24	1170	2340
5	24	1170	2340
6	26	1230	2460
7	34	1470	2940
8	40	1650	3300
9	44	1770	3540
10	48	1890	3780
11	56	2130	4260
12	72	2610	5220
13	80	2850	5700
14	92	3210	6420
15	96	3330	6660

8.3. Normativa Instituto Nacional de Vías (Especificaciones generales de Construcción de Carreteras- CAPITULO 3- Articulo 330 -13).

Clases de base granular (Artículo 330.2.1)

Se definen tres clases de base granular en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C), Tabla 330 - 1.
Los documentos del proyecto definirán la clase de base granular por utilizar en el proyecto; así mismo, definirán el tipo de granulometría por emplear.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, las clases de base granular se usarán como se indica en la Tabla, en función del nivel de tránsito del proyecto.

Tabla 36 Uso típico de las diferentes clases de base granular. Tabla 330 -1

Clase de Base Granular	Nivel de Transito
Clase C	**NT1**
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla.

Para las zonas de circulación en urbanismo del proyecto, Clasificamos la base granular **Clase C.** la cual corresponde al nivel de tránsito NT1

Requisitos de calidad para los agregados (**invías – 330.2.2- Tabla 330-2)**

Tabla 37 Requisitos de los Agregados para bases granulares Tabla 330 -2.

CARACTERISTICA	NORMA ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
DUREZA (O)				
Desgaste en la maquina de los Angeles (gradacion A), máximo (%) - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E - 218	**40** **8**	40 8	35 7
Degradacion por abrasion en el equipo Micro - Deval, maximo (%)	E -238	-	30	25
Evaluacion de la resistencia mecánica por el método de 10% de finos. - Valor en Seco, minimo (kN) - Relacion húmedo /seco, minimo (%)	E -224	 -	 70 75	 90 75
Durabilidad (O)				
Perdidas en ensayo de solidez en sulfatos, maximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E -220	**12** **18**	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Limite liquido, maximo (%)	E -125	**25**	-	-
Indice de plasticidad, maximo (%)	E - 125 Y E-126	**3**	0	0
Equivalente de arena, minimo (%)	E -133	**30**	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E -235	**10**	10	10
Contenido de terrones de arcilla y particulas deleznables, maximo (%)	E -211	**2**	2	2
Geometria de las Particulas (F)				
Indices de alargamiento y aplanamiento, maximo (%)	E -230	**35**	35	35
Caras Fracturadas , mimino (%) - Una Cara - Dos Caras	E -227	 **50** -	 70 50	 100 70
Angularidad de la fraccion fina, minimo (%)	E -239	-	35	35
Resistencia del material (F)				
CBR (%) : Porcentaje asociado al grado de compactacion minmio especificado (numeral 330.5.2.2.2) ; el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión	**E -148**	**> = 80**	> = 80	> = 95

El grado de compactación de la base granular, en porcentaje en **GCi(90) ≥80%**.

8.4. Presión de Tierras (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.6.4)

La presión que las tierras ejercen sobra la estructura que las contiene mantiene una estrecha interacción entre una y otra. Depende, en términos generales del desplazamiento del conjunto, así: en el estado natural sin deformaciones laterales, se dice que la presión de reposo si el muro cede, la presión disminuye hasta un mínimo que se identifica como el estado activo; si, por el contrario, el muro se desplaza contra el frente de tierra, la presión sube hasta un máximo que se identifica como el estado pasivo. Si el desplazamiento del muro es vertical o implica un giro sobre la base, su distribución debe ser lineal o similar a la hidrostática, si el giro se efectúa alrededor del extremo superior del muro, la distribución debe adoptar una forma curvilínea, Los desplazamientos relativos se presentan en la figura H.6.4 -1 y se cuantifican en la tabla H.6.4-1.

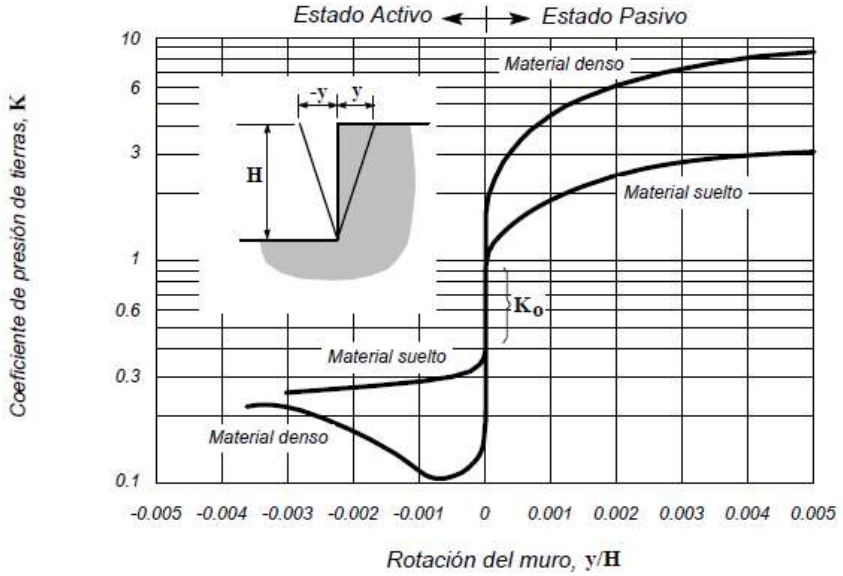


Figura 25 Variación del Coeficiente de presión de tierras, K con el desplazamiento Fuente NSR -10 H.6.4.1

Tabla 38 Representación empujes activos, pasivos y /o reposo.

Calculo de Empuje						
Empuje	Activo		Reposo		Pasivo	
Z (m)	Ka	Ea (KN)	Ko	Eo (KN)	Kp	Ep (KN)
0,5	0,528	3,563	0,691	4,664	1,894	12,787
1,0	0,528	14,252	0,691	18,657	1,894	51,150
1,5	0,528	32,068	0,691	41,977	1,894	115,086
2,0	0,528	57,009	0,691	74,626	1,894	204,598
2,5	0,528	89,077	0,691	116,603	1,894	319,685
3,0	0,528	128,271	0,691	167,909	1,894	460,346
3,5	0,528	174,591	0,691	228,543	1,894	626,582
4,0	0,528	228,037	0,691	298,505	1,894	818,393
4,5	0,528	288,610	0,691	377,795	1,894	1035,778
5,0	0,528	356,308	0,691	466,414	1,894	1278,738
5,5	0,528	431,133	0,691	564,360	1,894	1547,273
6,0	0,528	513,084	0,691	671,635	1,894	1841,383
6,5	0,528	602,161	0,691	788,239	1,894	2161,068
7,0	0,528	698,364	0,691	914,171	1,894	2506,327
7,5	0,528	801,694	0,691	1049,430	1,894	2877,161
8,0	0,528	912,149	0,691	1194,019	1,894	3273,570
8,5	0,528	1029,731	0,691	1347,935	1,894	3695,554
9,0	0,528	1154,439	0,691	1511,180	1,894	4143,112
9,5	0,528	1286,273	0,691	1683,753	1,894	4616,245
10,0	0,528	1425,233	0,691	1865,654	1,894	5114,953
10,5	0,528	1571,319	0,691	2056,884	1,894	5639,236
11,0	0,528	1724,532	0,691	2257,441	1,894	6189,094
11,5	0,528	1884,871	0,691	2467,328	1,894	6764,526
12,0	0,528	2052,335	0,691	2686,542	1,894	7365,533
12,5	0,528	2226,926	0,691	2915,085	1,894	7992,115
13,0	0,528	2408,644	0,691	3152,955	1,894	8644,271
13,5	0,528	2597,487	0,691	3400,155	1,894	9322,003
14,0	0,528	2793,457	0,691	3656,682	1,894	10025,309
14,5	0,528	2996,552	0,691	3922,538	1,894	10754,190
15,0	0,528	3206,774	0,691	4197,722	1,894	11508,645

Se da las recomendaciones para que el ingeniero estructural escoja, de acuerdo a su perfil la profundidad del muro de contención en el caso que concierne si necesita o no un muro de contención para un sótano etc. y tenga en cuenta los empujes a dicha profundidad escogida es por eso que se asignan valores de profundidad métricos hasta los 15 m

8.5. Muros de Contención (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.6.4)

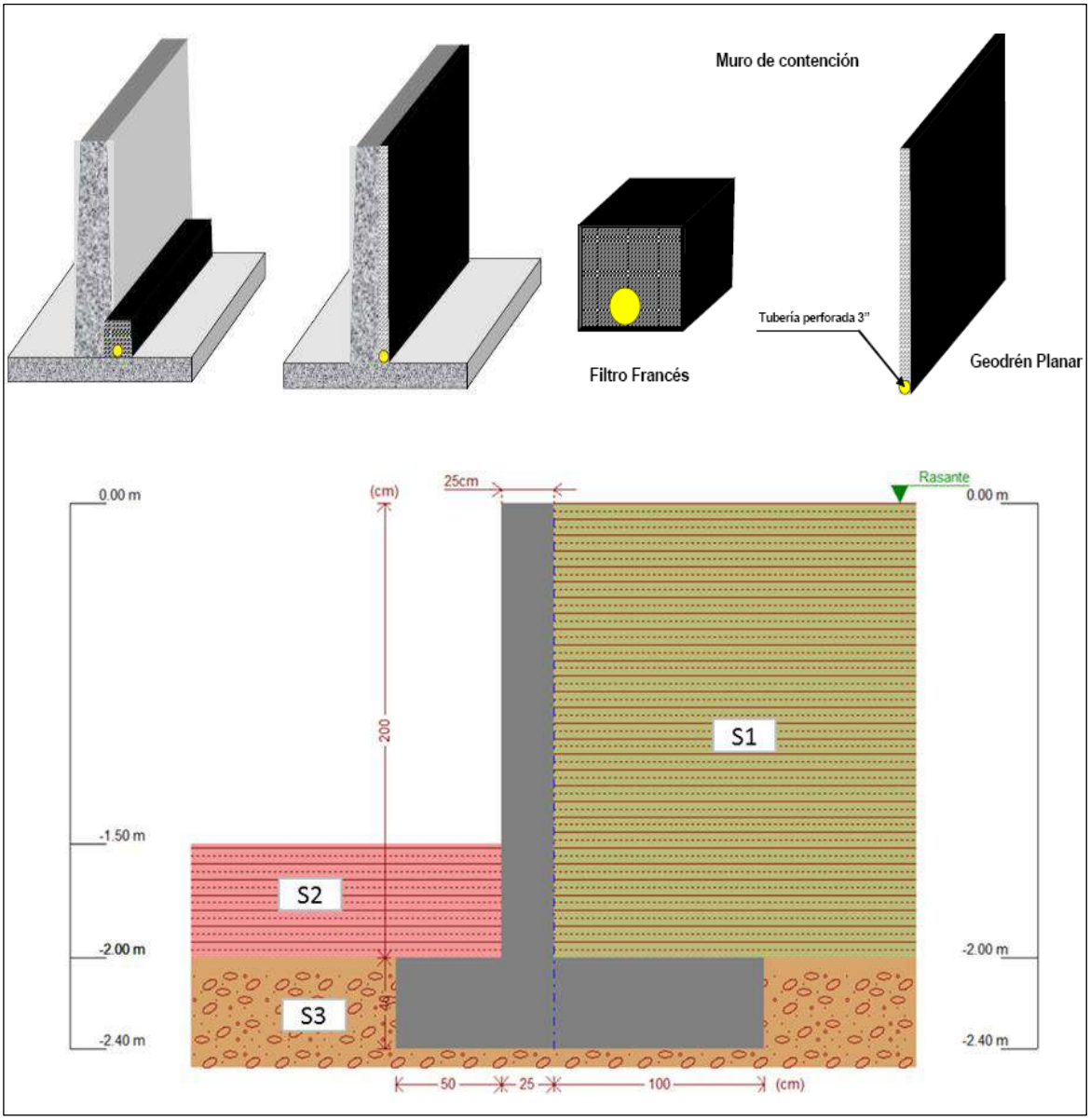


Figura 26 Diseño Muros de Contención.

8.6. Amenazas y Riesgos Geológicos (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.10.2.1)

En el municipio de San Luis se clasificó el nivel de amenaza por movimientos en masa en cinco rangos diferentes, muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

El nivel de amenaza alto y muy alto: se presentan en dos zonas muy marcadas, formando unas franjas alargadas en dirección aproximada norte–sur. La primera es el escarpe hacia el rio Calderas, la cual marca el límite entre el municipio de San Luis y el Municipio de Granada; y la segunda el escarpe hacia el rio Dormilón. Otra zona con un área importante de amenaza de movimientos en masa Alto y Muy Alto, es un escarpe hacia el rio Samaná, en el sector de las veredas Santa Rita y Salambrina, las cuales tienen en común con las otras dos zonas descritas, el rango de pendiente y los usos de suelo.

Estas franjas están ligadas a zonas donde afloran rocas metamórficas foliadas, no foliadas y rocas ígneas, lo que indica que no está relacionada con un tipo de roca en especial, tampoco son las zonas de mayor pluviosidad, ya que los valores están entre 3496 y 3703 mm/año, que para el régimen en el municipio es intermedio, se relacionan más directamente con la pendiente, cuyos valores en estas áreas están entre el 35 – 75 %, y en algunos casos mayor del 75%. Otro factor importante en esta zona es el uso del suelo, por lo general se presentan cultivos transitorios y pastos para la ganadería, en terrenos inapropiados.

Niveles de amenaza bajo y muy bajo: se pueden observar en la parte oriental y central del municipio, generalmente están asociados a terrenos adyacentes a las corrientes de agua.
Estas zonas forman parte de la superficie de erosión del rio magdalena, están conformados por terrenos aluviales, normalmente con diferentes alturas respecto al cauce que las produjo; son terrenos con poca pendiente, con rangos entre el 0-y 5% y en algunos casos alcanzan hasta el 12%; en cuanto a la precipitación anual, son las zonas con los valores más bajos, que varían entre 3255 mm y 3496 mm/año; el uso del suelo actual es pastos y rastrojos.

La amenaza por avenida torrencial, está íntimamente ligada al drenaje y a la pendiente. San Luis, al tener una topografía de pendientes altas y un drenaje profundo, posee el 90% del territorio en un grado de amenaza Alto, correspondiendo en este nivel todas las cuencas principales del municipio. Según los parámetros analizados se debe tener en cuenta que la zona urbana presenta un Alto Grado de amenaza de avenida torrencial.
El nivel Muy Alto corresponde al 10%, es un tramo del rio Samana Norte, en el sector de la vereda Salandrina. En grado de amenaza medio se encuentra otro 10% del

municipio y se presenta en las cuencas de las quebradas Las Playas y San Pedro, en las veredas, El Socorro, Los Planes, Sopetrán y La Aurora, y en las cuencas de las quebradas La Cristalina y El Naranjal.

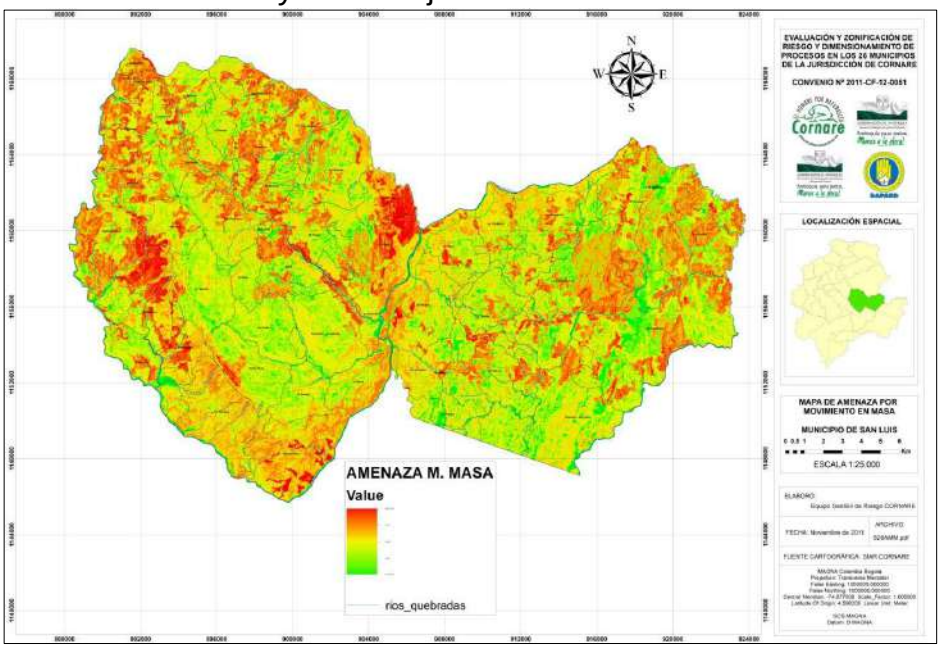


Figura 27 Mapa riesgo por movimiento en masa. Tomado de [5].

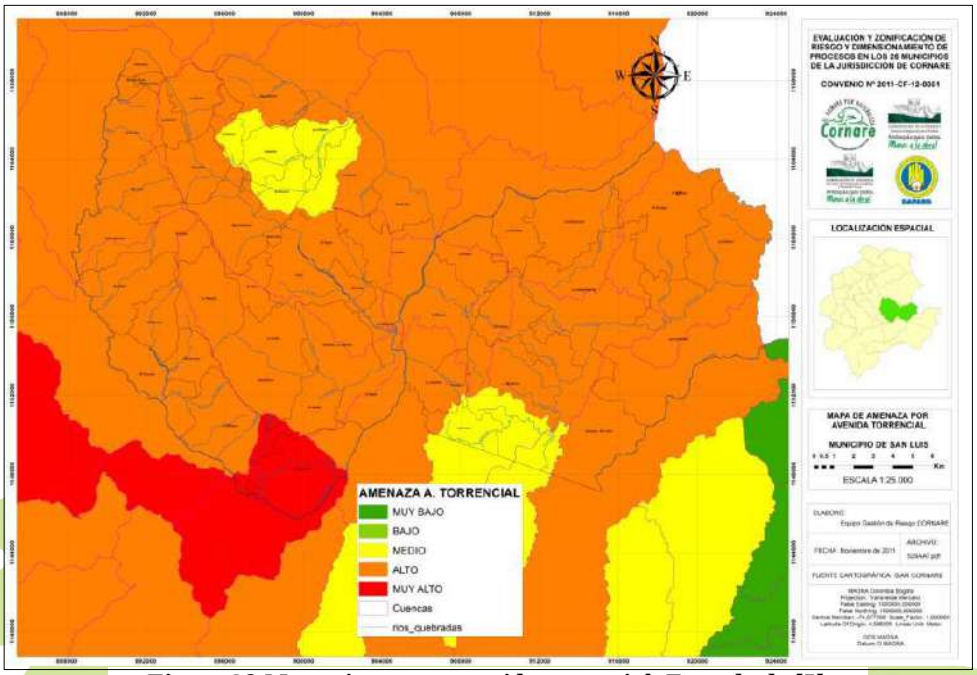


Figura 28 Mapa riesgo por avenida torrencial. Tomado de [5].

8.7. Amenazas geológicas

Los principales eventos de amenazas del municipio son: Avenidas torrenciales, movimientos en masa y vientos huracanados.

- Amenaza por avenida torrencial

La amenaza por avenida torrencial, está íntimamente ligada al drenaje y a la pendiente. San Luis, al tener una topografía de pendientes altas y un drenaje profundo, posee el 90% del territorio en un grado de amenaza Alto, correspondiendo en este nivel todas las cuencas principales del municipio. En grado de amenaza medio se encuentra otro 10% del municipio y se presenta en las cuencas de las quebradas Las Playas y San Pedro, en las veredas, El Socorro, Los Planes, Sopetrán y La Aurora, y en las cuencas de las quebradas La Cristalina y El Naranjal.

- Amenaza por movimiento en masa

El nivel de amenaza alto y muy alto: se presentan en dos zonas muy marcadas, formando unas franjas alargadas en dirección aproximada norte–sur. La primera es el escarpe hacia el rio Calderas, la cual marca el límite entre el municipio de San Luis y el Municipio de Granada; y la segunda el escarpe hacia el rio Dormilón. Otra zona con un área importante de amenaza de movimientos en masa Alto y Muy Alto, es un escarpe hacia el rio Samaná, en el sector de las veredas Santa Rita y Salambrina, las cuales tienen en común con las otras dos zonas descritas, el rango de pendiente y los usos de suelo.

Grado de amenaza medio: es el más significativo dentro del municipio, cubre aproximadamente el 40%, está presente en casi todas las veredas, no tiene un patrón definido, pero si está asociado a vario factores: normalmente se presenta en zonas de pendientes medias, donde los escarpes no son pronunciados y el rango de ´pendiente se encuentra entre el 12 y 35%.

Niveles de amenaza bajo y muy bajo: se pueden observar en la parte oriental y central del municipio, generalmente están asociados a terrenos adyacentes a las corrientes de agua.
Estas zonas forman parte de la superficie de erosión del rio magdalena, están conformados por terrenos aluviales, normalmente con diferentes alturas respecto al cauce que las produjo; son terrenos con poca pendiente, con rangos entre el 0-y 5% y en algunos casos alcanzan hasta el 12%; en cuanto a la precipitación anual, son las zonas con los valores más bajos, que varían entre 3255 mm y 3496 mm/año; el uso del suelo actual es pastos y rastrojos.

8.8. Sistema constructivo de cimentaciones, excavaciones y muros de contención (NSR.10 Titulo H Subtitulo H.8)

La función de estas recomendaciones está orientada a garantizar que las obras se construyan conforme a la hipótesis de diseño y dentro de las tolerancias aceptables y en caso de encontrarse desviaciones excesivas o condiciones no esperadas, deberá proporcionar la información necesaria para poder aplicar las medidas correctivas en forma oportuna.

Deberá llevarse un registro o historia de cada cimentación, donde consten las fechas para los distintos niveles de excavación, colocación de concreto, anotaciones sobre derrumbes, cavernas, dirección de las mismas, perfil estratigráfico con muestras obtenidas cada metro aproximadamente y anotaciones que se estimen de interés.

Considerando el tipo de cimentación a implementar se deberá realizar la excavación de tal manera que las paredes se encuentren estables por lo que se recomiendan estructuras de entibado como protección temporal de dichos taludes. Una vez las excavaciones lleguen al material de cimentación recomendado deberá excavarse un sondeo manual de inspección en su centro con pala cuchara, de diámetro 0.20 m. y 1.0 m. de profundidad por lo menos, en tres sitios diferentes e informar al Ingeniero de Suelos aprobación del vaciado de la fundación.

Luego de aprobado el nivel de fondo, deberá llenarse el orificio con concreto ciclópeo, después de la inspección ocular. Posteriormente se procederá a colocar un sello de concreto simple de 10 cm. De espesor, como solado para protección del fondo, previa limpieza y retiro del material suelto del fondo de la excavación.
Después de fundidos los cimientos, deberá establecerse una red de nivelación amarrada a un B.M. alejado de la construcción. Las nivelaciones se harán periódicamente mientras dure la construcción y tres años después por lo menos o mientras se indique lo contrario.
Los resultados deberán ser enviados oportunamente al Ingeniero de suelos, incluyendo fechas y el estado de la obra.

Nota: En este caso no se presentan recomendaciones para la construcción de muros de contención, puesto que se desconoce la presencia de uno de estos en el diseño, ya que, el cliente no ha proporcionado planos arquitectónicos.

8.9. Recomendaciones generales para construcción (NSR -10 Titulo H Subtitulo H.8.1)

De acuerdo con los lineamientos de la NSR 10, literales H.2.2.1 Y H.8.1 a continuación se hace un breve análisis del escenario del terreno antes, durante y después de la construcción.

Antes de la construcción: actualmente el lote presenta una topografía relativamente isuave y explanada. Desde el punto de vista geotécnico, se considera que el lote presenta sensibilidad a los cambios de humedad por lo tanto previa al inicio de las obras, se deberán identificar zonas de acumulación y/o circulación de aguas de escorrentía con el fin de dar un adecuado manejo de estas mediante la construcción de cunetas y evitar cambios en el porcentaje de saturación del terreno que podrían alterar la estabilidad del mismo.

De igual forma se deberán identificar los sitios idóneos para el almacenamiento de los materiales de construcción, preferiblemente sobre vías o zonas que ofrezcan evitar la aplicación directa de cargas superficiales en el terreno. Dichos materiales deberán permanecer libres de agentes contaminantes como el agua, materia orgánica, etc. Por otro lado, los materiales extraídos de las excavaciones deberán ser dispuestos en sitios adecuados como botaderos o podrán ser utilizados en algún otro capítulo de obra si este cuenta con las características necesarias, esto con el fin de evitar el ingreso del material extraído nuevamente a la excavación debido al agua de escorrentía o imprevistos, además de tener un espacio de trabajo.

Previo a las intervenciones a realizar, el contratista deberá prever en el lote todas las obras temporales necesarias para el adecuado manejo de las mismas aguas escorrentía tales como: cunetas impermeables, pañetes en mortero pobre en la cara de los taludes excavados, pozos para la recolección del agua y sitios de disposición temporales de los sobrantes de las excavaciones por fuera del área del lote como se mencionó anteriormente

Durante la construcción: de acuerdo con la información que se tiene del proyecto en el lote se realizaran excavaciones para las fundaciones en tipo zapata, se hace indispensable la construcción de estructuras de confinamiento lateral que garanticen la estabilidad de los cortes en el largo plazo. Estas estructuras podrán ser conformadas por tablas de entibado y puntales entre las tablas que resistan las presiones del suelo a lo largo de la excavación y brinden una estabilidad tal que el fondo no sea contaminado por derrumbes, o anillos de concreto pobre en caso de la pila.

En el caso de la excavación, se recomienda el previo control de las maniobras del personal para evitar accidentes, así como la coordinación del ciclo de excavación y recolección del material común extraído. Dicha excavación deberá ser realizada con un equipo adecuado al volumen y el área que se tendrá para dicha actividad.

Una vez terminada la excavación de la pila se realiza el vaciado con el fin de evitar deterioro del suelo de soporte. En caso contrario se recomienda excavar 0.2m adicionales para remover el material remoldeado. Si se alcanza el nivel de fundación proyectado y no se observa el estrato portante, la excavación deberá continuar hasta alcanzar el estrato portante.

Después de la construcción: posterior a la terminación de la estructura y de la implementación de todas las medidas aquí descritas se recomienda verificar con periodicidad su estado en el tiempo. Los sistemas de drenaje construidos requieren de mantenimiento periódico con el fin de que estos puedan se funcionales en el tiempo, y se pueda mantener condiciones de saturación adecuadas en el lote intervenido.

8.10. Recomendaciones para la protección de las edificaciones vecinas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.2.1.1.2)

Se entiende entonces que la ejecución de una obra civil es un proceso de alcance mucho mayor al del simple levantamiento de una nueva edificación; los impactos y los riesgos son múltiples, pero la interacción positiva de los actores permitirá el logro de todos los objetivos comunes.

El constructor deberá discutir con el ingeniero Geotecnista cuál va a ser el comportamiento futuro de la edificación y cuales las consecuencias sobre las edificaciones vecinas, a corto y largo plazo. Debe tenerse en cuenta que la responsabilidad de la estabilidad de la construcción recae, de acuerdo con el articulo 2060 y siguiendo el código civil; únicamente sobre el constructor y se extiende por un término de diez años.
Se recomienda que el constructor o propietario deberá tomar una póliza de seguro que cubra estas eventualidades.

Antes de iniciar las obras deben levantarse las respectivas actas de vecindad, con el objeto de contar con un inventario detallado de los daños preexistentes en las edificaciones vecinas y las evidencias o rasgos en superficie que indiquen la presencia de algún tipo de proceso. Esta medida permitirá llevar un control durante la ejecución de las obras y evitar que se imputen daños ajenos a esta. Igualmente,

se recomienda definir la magnitud de los impactos causados, elaborar el programa de gestión socio-ambiental y gestionar su aplicación considerando costos directos y personal requerido.

El constructor debe revisar que los despieces de los elementos estructurales contemplen las etapas que el estudio de Suelos ha recomendado, para garantizar la estabilidad de los taludes y las edificaciones vecinas.
Las soluciones constructivas, o preventivas para minimizar las afectaciones a las construcciones vecinas, se basan en un buen conocimiento del suelo, de sus propiedades, de sus condiciones hidráulicas y de las características de las cimentaciones de las estructuras vecinas

8.11. Control de Aguas (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.8)

Los métodos de estabilización de deslizamientos que contemplen el control del agua, tanto superficial como subterránea son muy efectivos y son generalmente, más económicos que la construcción de grandes obras de contención, en cuanto tienden a desactivar la presión de poros, considerada como el principal elemento desestabilizante de los taludes. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia del talud al disminuir la presión de poros.

Existen varias formas de drenaje, superficial y profundo. El objetivo principal de estos métodos es el de disminuir la presión de poros y en esa forma aumentar la resistencia al corte y eliminar las fuerzas hidrostáticas desestabilizantes. El factor de seguridad de cualquier superficie de falla que pasa por debajo del nivel de agua puede ser mejorado por medio de subdrenaje.

Sistemas de control de aguas
Los sistemas más comunes para el control del agua son:

1. Zanjas de coronación o canales colectores (Drenaje Superficial).
2. Cortinas subterráneas.
3. Drenes interceptores.
4. Subdrenes horizontales o de penetración.
5. Galerías y túneles de drenaje.
6. Drenes verticales.
7. Trincheras estabilizadoras.
8. Pantallas de drenaje.
9. Pozos de drenaje.

La efectividad de los sistemas varía de acuerdo a las condiciones hidrogeológicas y climáticas.
En cualquier sistema de subdrenaje el monitoreo posterior a su construcción es muy importante, deben instalarse piezómetros antes de la construcción de las obras de control que permitan observar el efecto del subdrenaje y a largo plazo dar información sobre la eficiencia del sistema, el cual puede ser deteriorado por taponamiento o desgaste.

El volumen de agua recolectada no es necesariamente un indicativo de su efecto, debido a que, en suelos poco permeables, se puede obtener una reducción muy importante en las presiones de poro y por lo tanto un aumento en el factor de seguridad, con muy poco flujo de agua hacia el sistema de subdrenaje.

En masas de roca el flujo de agua generalmente, está determinado por las juntas y por lo tanto cualquier sistema de drenaje debe estar destinado a interceptarlas.

8.12. Drenaje Superficial (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.8)

El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión.
El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del deslizamiento. El agua de escorrentía debe en lo posible, desviarse antes de que penetre el área del deslizamiento. Esto puede lograrse con la construcción de zanjas interceptoras en la parte alta del talud, llamadas zanjas de coronación. No se recomienda en problemas de taludes la utilización de conducciones en tubería por la alta susceptibilidad a agrietarse o a taponarse, generando problemas de infiltración masiva concentrada.

Por otro lado, el agua que cae por lluvias directamente sobre la superficie del talud, debe ser evacuada lo más rápidamente posible, evitando al mismo tiempo que su paso cause daños considerables al talud, por erosión, almacenamientos e infiltraciones; perjuicios que pueden ser evitados, tratando el talud con una serie de medidas que favorezcan el drenaje. Entre las más utilizadas son: sellado de grietas con arcilla y empradización, imprimación del talud con asfalto, recubrimiento con plásticos, recubrimiento parcial o total con enrocado, conformación y nivelación para evitar o eliminar depresiones y alcantarillas superficiales.

En ocasiones es importante la construcción de medidas temporales de drenaje superficial después de ocurrido un deslizamiento para evitar su ampliación o

aceleración. Estas obras pueden consistir en diques o canales de bolsas de polipropileno o fibras vegetales rellenas de suelo.

Zanjas de corona

Las zanjas en la corona o parte alta de un talud son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud.

La zanja de coronación no debe construirse muy cerca al borde superior del talud, para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento en cortes recientes o de una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos ya producidos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe

Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas, así como debe proveerse una suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada. Sin embargo, se anota que, a pesar de lograrse originalmente una impermeabilización, con el tiempo se producen movimientos en el terreno que causan grietas en el impermeabilizante y por lo tanto infiltraciones que conllevan a una disminución de la resistencia del suelo y por ende a su falla. La recomendación de impermeabilizar se debe adicionar con un correcto mantenimiento. Se sugiere que al menos cada dos años se deben reparar las zanjas de coronación para impermeabilizar las fisuras y grietas que se presenten.

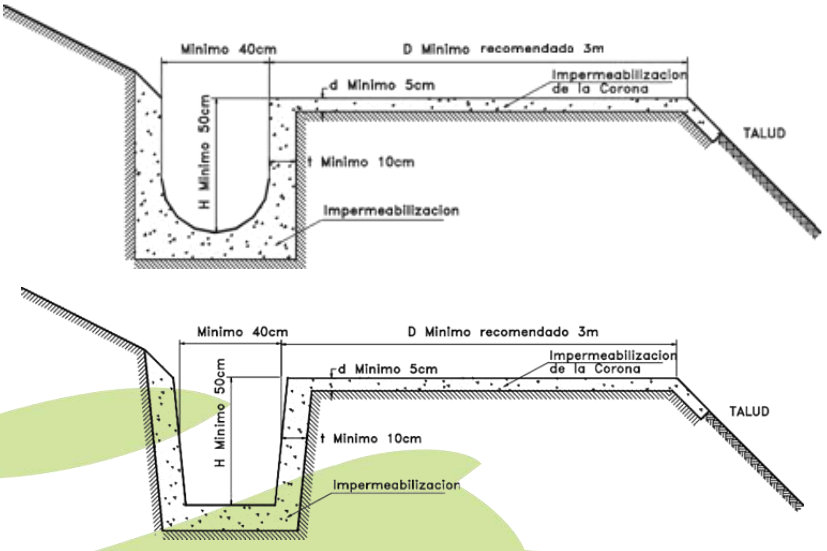


Figura 29 Detalle de zanjas de coronación para el control de aguas superficiales en un talud.

Las dimensiones y ubicación de la zanja pueden variar de acuerdo a la topografía de la zona y al cálculo previo de caudales colectados. Generalmente, se recomienda una zanja rectangular de mínimo 40 centímetros, de ancho y 50 centímetros de profundidad. Se procura que queden localizadas a lo largo de una curva de nivel para un correcto drenaje y que estén suficientemente atrás de las grietas de tensión en la corona. La separación mínima recomendada es de tres metros del borde de la corona.

Vegetación para taludes:

El desgaste estructural y mecánico en el suelo de un talud corresponde a la deforestación de la cobertura vegetal y la acción de la lluvia sobre una superficie desprotegida. El impacto de las gotas de lluvia, el transporte y deposición de sedimentos conlleva al socavamiento e inestabilidad de taludes, lo cual genera pérdida de suelo. Lo que se quiere lograr con este tipo de plantas es brindar la estabilidad de los taludes fortaleciendo el suelo para evitar desbordamientos de los ríos u estructuras que requieran una estabilidad de terreno ya que incrementan Además incrementa la resistencia hidráulica del terreno logrando una buena estabilidad del terreno.

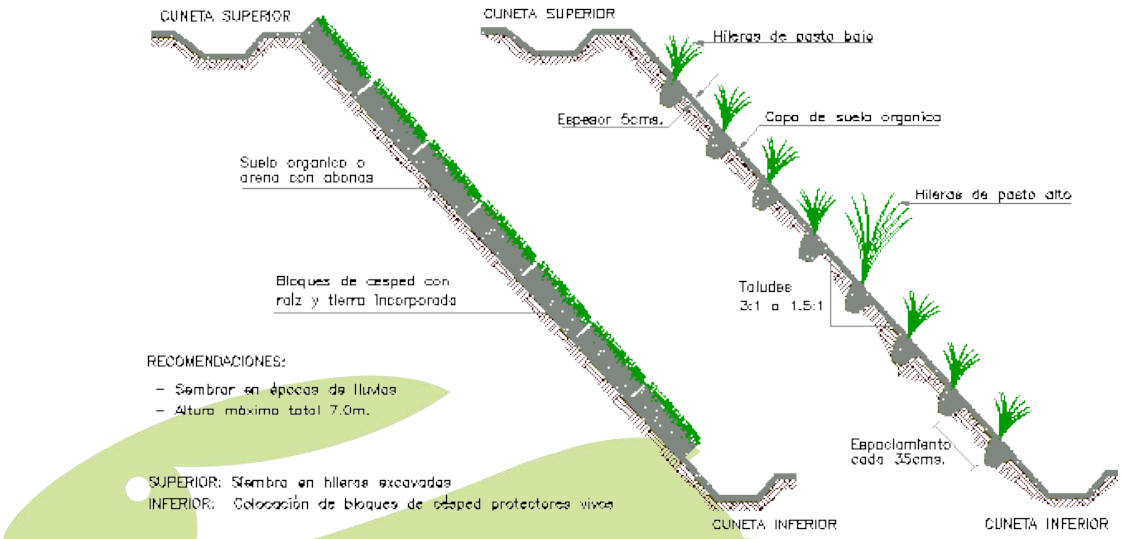


Figura 30 Vegetación para Taludes..

8.13. Drenaje Subterráneo (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.9.1.8)

El drenaje subterráneo tiene por objeto disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten.
La cantidad de agua recolectada por un sistema de subdrenaje depende de la permeabilidad de los suelos o rocas y de los gradientes hidráulicos. Cuando se instala un dren generalmente, el nivel piezométrico se disminuye al igual que el gradiente hidráulico, lo cual disminuye el caudal inicial recolectado por los drenes.

Cortinas subterráneas impermeables

Puede impedirse que el agua subterránea alcance la zona de inestabilidad potencial mediante la construcción de pantallas impermeables profundas. Las pantallas subterráneas pueden consistir en zanjas profundas rellenas de asfalto o concreto, tablestacados, cortinas de inyecciones, o líneas de bombeo de agua consistentes en hileras de pozos verticales. El diseño de estas cortinas debe tener en cuenta los efectos que sobre las áreas adyacentes tiene el cambio del régimen de aguas subterráneas.
Este sistema produce un aumento del nivel freático y represamiento del agua subterránea arriba del deslizamiento y su utilización debe complementarse con la construcción de subdrenes para controlar los efectos negativos.

Subdrenes Interceptores

Los subdrenes interceptores son zanjas excavadas a mano o con retroexcavadora, rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte del agua. La profundidad máxima de estas zanjas es de aproximadamente seis metros. Los hay de diversas formas así:

1. Con material de filtro y tubo colector.
2. Con material grueso permeable sin tubo (filtro francés)
3. Con geotextil como filtro, material grueso y tubo colector.
4. Con geotextil, material grueso y sin tubo.
5. Tubo colector con capa gruesa de geotextil a su derredor.
6. Dren sintético con geomalla, geotextil y tubo colector

El tipo de dren interceptor a emplear dependerá de:
1. Disponibilidad de materiales en la región y costos.
2. Necesidad de captación y caudal del dren.

Material de filtro

Es conveniente tener en cuenta que los drenes tratan de taponarse por transporte y depositación de las partículas más finas del suelo. Para evitar este fenómeno se debe colocar un filtro que debe cumplir los siguientes objetivos:

a. Impedir el paso de las partículas finas del suelo a proteger.
b. Permitir la filtración rápida del agua. Existen dos tipos generales de filtro:

1. Material granular natural filtrante.
2. Filtro de mantos sintéticos o geotextiles.

Se requiere escoger muy cuidadosamente el material de filtro y / o el tipo y calidad del geotextil a emplear.

Para material de filtro se deben cumplir ciertos requisitos de granulometría los cuales son universalmente conocidos.

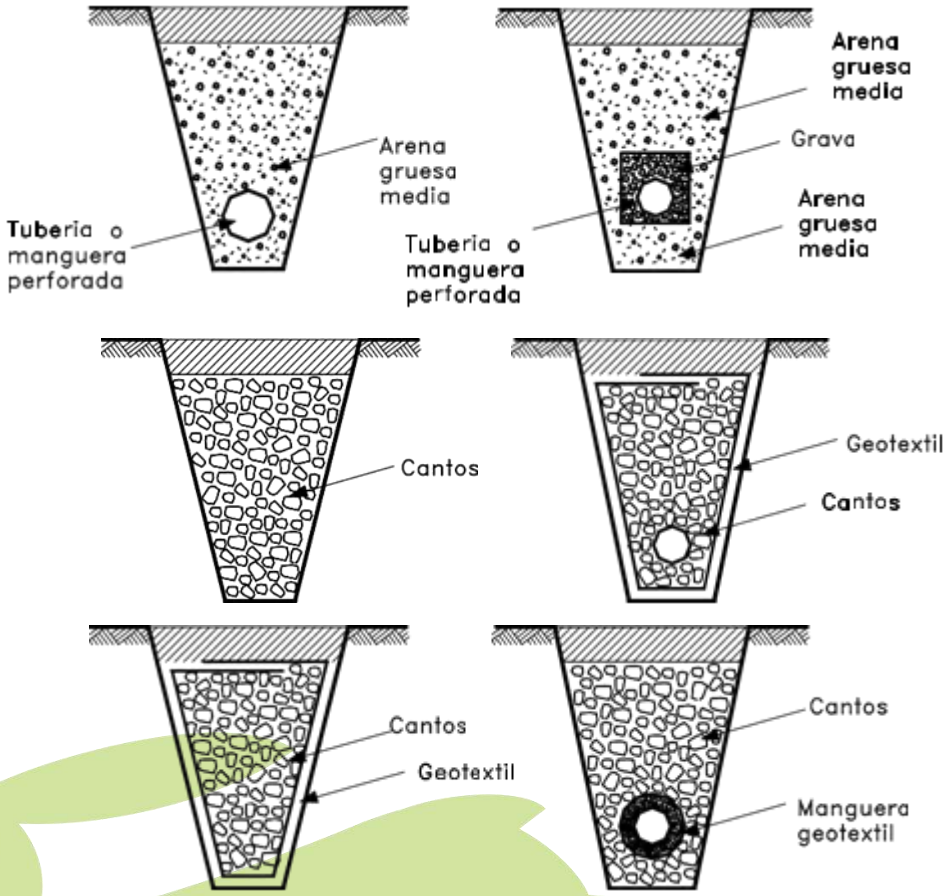


Figura 31 Sistemas de dren de zanja

Filtros de geotextil

Los geotextiles son telas permeables, filtrantes, construidas con fibras sintéticas, especialmente polipropileno, poliéster, nylon y polietileno. Los geotextiles generalmente, se clasifican en tejidos y no tejidos. Los tejidos a su vez se diferencian de acuerdo al sistema de tejido

Los geotextiles más utilizados para filtro son los no tejidos, entre los cuales se deben diferenciar los perforados con alfileres, los pegados al calor y los pegados con resinas; aunque es común encontrar mezclas de los tres procesos de manera combinada.

La durabilidad de los geotextiles está en función de las fibras poliméricas y las resinas a los ataques ambientales, sin embargo, se tiene en este momento algunos filtros trabajando en Colombia en forma eficiente desde hace veinte años. Los principales problemas de las telas filtrantes corresponden a su baja resistencia a la exposición a los rayos solares, los cuales las descomponen, a las altas temperaturas y a ciertos químicos

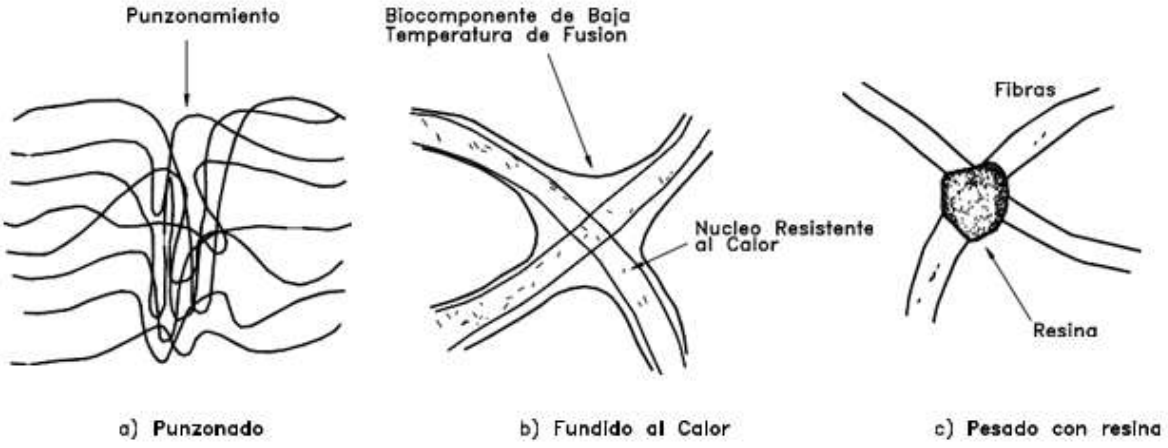


Figura 32 Diagramas esquemáticos de varios tipos de unión de fibras en geotextiles no tejidos

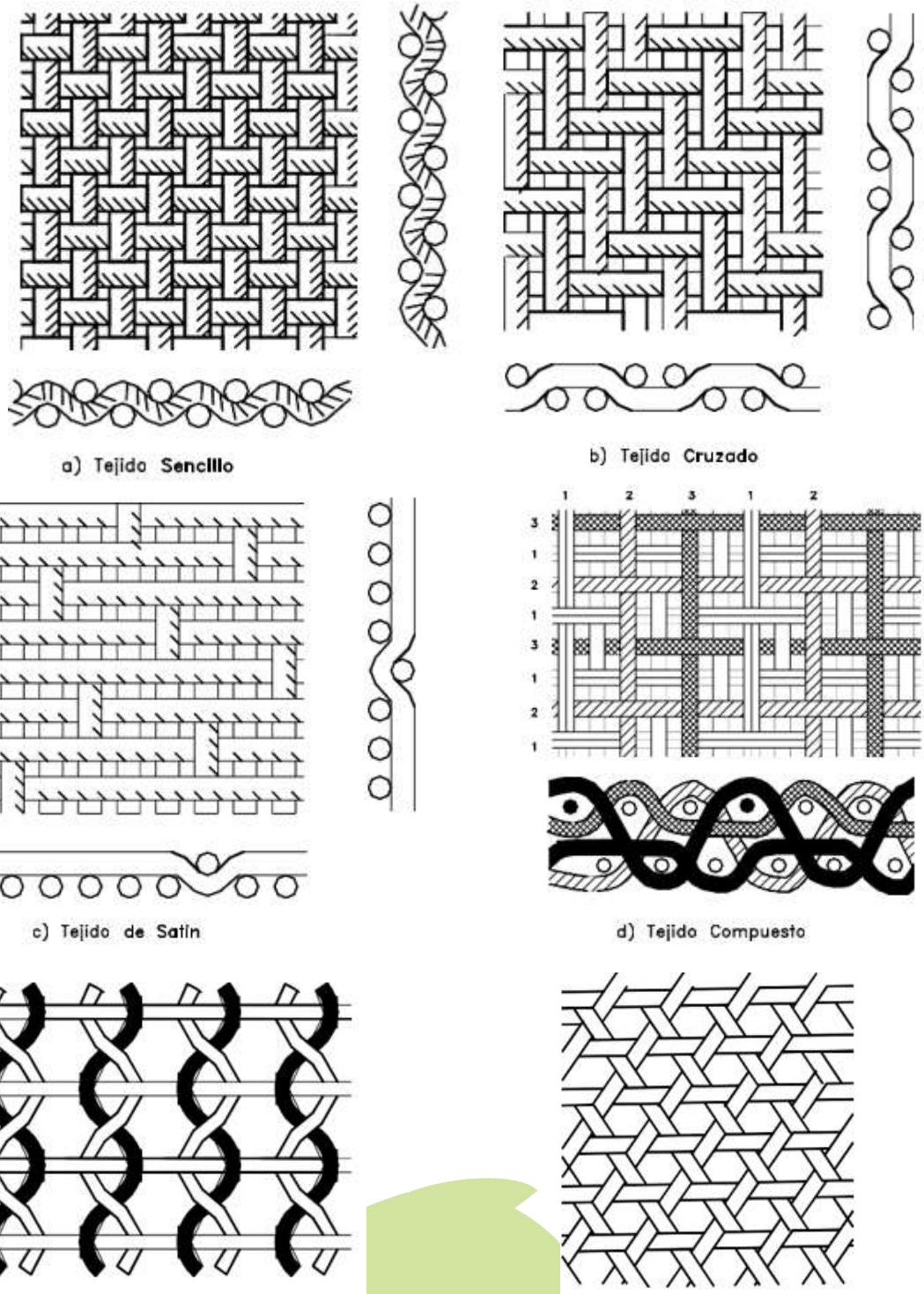


Figura 33 Tipos de tejidos en geotextiles

9. COMPLEMENTOS

9.1. Limitaciones del Estudio

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente estudio se basan en los resultados de las investigaciones de campo y laboratorio, descritas en los correspondientes capítulos y en la experiencia y criterio de los profesionales que participaron en el estudio. Si se presentan condiciones reales, en algunos sitios diferentes a los aquí descritos, se deberá dar aviso al Ingeniero Geotecnista para proceder con los cambios a que haya lugar.

En la obra deberá permanecer una copia del estudio de suelos y la bitácora de obra, con el propósito de verificar las condiciones establecidas con los trabajos de campo y laboratorio, durante las visitas programadas al Ingeniero Geotecnista y la Interventoría.

Es necesario que el Ingeniero Geotecnista participe del control sobre el comportamiento de las soluciones recomendadas, a medida que se avance en la construcción de las cimentaciones; en consecuencia, antes de iniciar la construcción deberá adelantarse una reunión con Propietario, el Constructor y la Interventoría para ilustrar y discutir la información que requiere cada una de las partes en cuestión.

Todos los procesos constructivos que se relacionen con el Estudio Geotécnico, deberán consignarse por escrito en la Bitácora de obra, con aprobación de la Interventoría la cual será material de consulta durante las visitas que realice el Ingeniero Geotecnista, asignado por INGEOWIL SAS.

Una vez elaborados los cálculos estructurales de la cimentación y de las edificaciones, deberá enviarse una copia a esta oficina, con el propósito de revisar que la información entregada en el Estudio Geotécnico, fue interpretada de acuerdo con las necesidades del Proyecto o para realizar los ajustes y recomendaciones adicionales que se estimen convenientes. En los planos estructurales deberá indicarse las cotas de cimentación definitivas y la capacidad admisible de soporte utilizada por el Ingeniero Estructural.

Los resultados completos de las nivelaciones periódicas y definitivas de las nuevas obras hasta después de los dos años, deben ser enviados oportunamente a esta oficina, encargada de la ejecución y asesoría en geotecnia, incluyendo fechas y estado de la obra, con el propósito mantener el control completo de la edificación y la garantía de que esta se está comportando adecuadamente, de acuerdo con lo establecido en el Estudio Geotécnico y en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR – 10.

9.2. CONCLUSIONES

- La exploración geológica- geotécnica fue realizada según sondeos estratigráficos y visita técnica de campo, en estos se encontró materiales de tipo suelo residual (material limo arcilloso, color pardo, de alta plasticidad) a saprolito conformado por limo arcilloso-arenoso de coloración pardo rojiza moteado, definido como transición de suelo residual a saprolito del Batolito Antioqueño - Limo arenoso (ML)

- La cimentación propuesta, fue del tipo de cimentación superficial (zapatas corridas) con una profundidad de desplante de 1.0 m, retirando la capa vegetal y se presenta su respectiva capacidad portante, queda a escogencia del profesional estructural la sección de la cimentación, con base a criterios estructurales y económicos dependientes del interesado.

- Los asentamientos producto de los tipos de cimentación son menores que 15cm, lo que indica que son admisibles según en lo estipulado en el titulo H apartado H.4.9 de la norma NSR – 10, en la que dice que asentamientos totales para 20 años deben ser menores de 15cm y 30cm

- El Modelo Geológico escogido para la realización del proceso y cálculos establecidos en la zona corresponde a transición de suelo residual a saprolito del Batolito Antioqueño, geología común en el municipio de San Luis.

9.3. Firma De Los Estudios Geotécnicos. (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.1.1.2.1)

Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resiste NSR-10 Tomo 4 TITULO H Numeral H.1.1.2.1- Firma de los Estudios — Siguiendo los artículos 26 y 27 de la Ley 400 de 1997, modificada y adicionada por la Ley 1229 de 2008, los estudios geotécnicos para cimentaciones de edificaciones deben ser dirigidos y avalados por Ingenieros Civiles, titulados, matriculados en el COPNIA y con tarjeta profesional vigente.

Para el cumplimiento de este requisito todos los informes de los estudios geotécnicos y todos los planos de diseño y construcción que guarden alguna relación con estos estudios, deben llevar la aprobación del ingeniero director del estudio. Los profesionales que realicen estos estudios geotécnicos deben poseer una experiencia mayor de cinco (5) años en diseño geotécnico de cimentaciones, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, o **acreditar estudios de posgrado en geotecnia**.

COPNIA

CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que BENITEZ VILLADIEGO WILBERTO ANTONIO identificado (a) con Cédula de Ciudadanía N° [illegible], se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional N° [illegible] COR desde el (los) veintiuno (21) día(s) del mes de agosto del año dos mil tres (2003).

2. Que la (s) Matrícula Profesional es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que la (s) referida (s) Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.

4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los veintiuno (21) días del mes septiembre del año dos mil dieciocho (2018).

RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

Firma del titular (*)

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA

Atentamente,

Wilberto Antonio Benítez Villadiego
Ingeniero Civil **U.P.B.**
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes **U. de M.**
MP 22202099854 Cord.

9.4. Matricula Profesional (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.1.1.2.1)

Ingeowil 2022
Septiembre 2022

9.5. Estudios de Posgrado en Geotecnia (NSR – 10 TITULO H SUBTITULO H.1.1.2.1)

LA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Con personería jurídica reconocida mediante Resolución número 103 de 31 de julio de 1950 del Ministerio de Justicia

EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
Y CON AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

OTORGA EL TÍTULO DE

Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

WILBERTO ANTONIO BENÍTEZ VILLADIEGO

POR HABER COMPLETADO LOS REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS

Expedido en Medellín el veintidós de abril del año dos mil dieciséis

El Rector,

NÉSTOR HINCAPIÉ VARGAS

El Decano,

CARLOS EDUARDO LÓPEZ BERMEO

La Secretaria General,

ESPERANZA RESTREPO DE ISAZA

Asentado en el folio 36918 del libro de Registro de Diploma número 74

ingeowil 790022
Septiembre 2022

10. BIBLIOGRAFÍA

[1] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

[2] González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2009). Ingeniería Geológica. Tercera edición. Prentice Hall Pearson Educación, Madrid, 75p.
Sociedad Colombiana de Geotecnia- SCG

[3] Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro-Nare – Cornare (2012) Evaluación y zonificación de riesgos y dimensionamiento de procesos erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de Cornare. Municipio de Rio Negro

[4] Universidad Católica de Oriente (2014) Amenaza, Vulnerabilidad Y Riesgo Por Movimientos En Masa E Inundaciones Zona Urbana Municipio De Guarne.

[5] INGEOMINAS (2001) Mapa Geológico del Departamento de Antioquia (Escala 1:400.000) Memoria Explicativa. Pp. 241.

[6] Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro-Nare – Cornare (2014) Convenio Interadministrativo No. 053-2012 . Ajustes Y Socialización Del Plan De Manejo De La Reserva Forestal Protectora Regional San Lorenzo. Recuperado de: https://www.cornare.gov.co/SIAR/Plan-de-manejo/plan-de-manejo-san-lorenzo/Ajuste-y-socializacion-del-Plan-de-MAnejo-Ambiental-de-la-RFPR-San-Lorenzo.pdf

[7] Badillo, Juárez y Rodríguez, Rico (2000). Mecánica de suelos. Tomo I. Fundamentos de la mecánica de suelos. 3ª edición. Editorial Limusa, Ciudad de México.

[8] DAS, M. B. (2000). Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Thomson Learning, California State University, Sacramento, 4ª edición.

[9] DAS, M. B. (2006). Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Thomson Learning, California State University, Sacramento, 5ª edición.

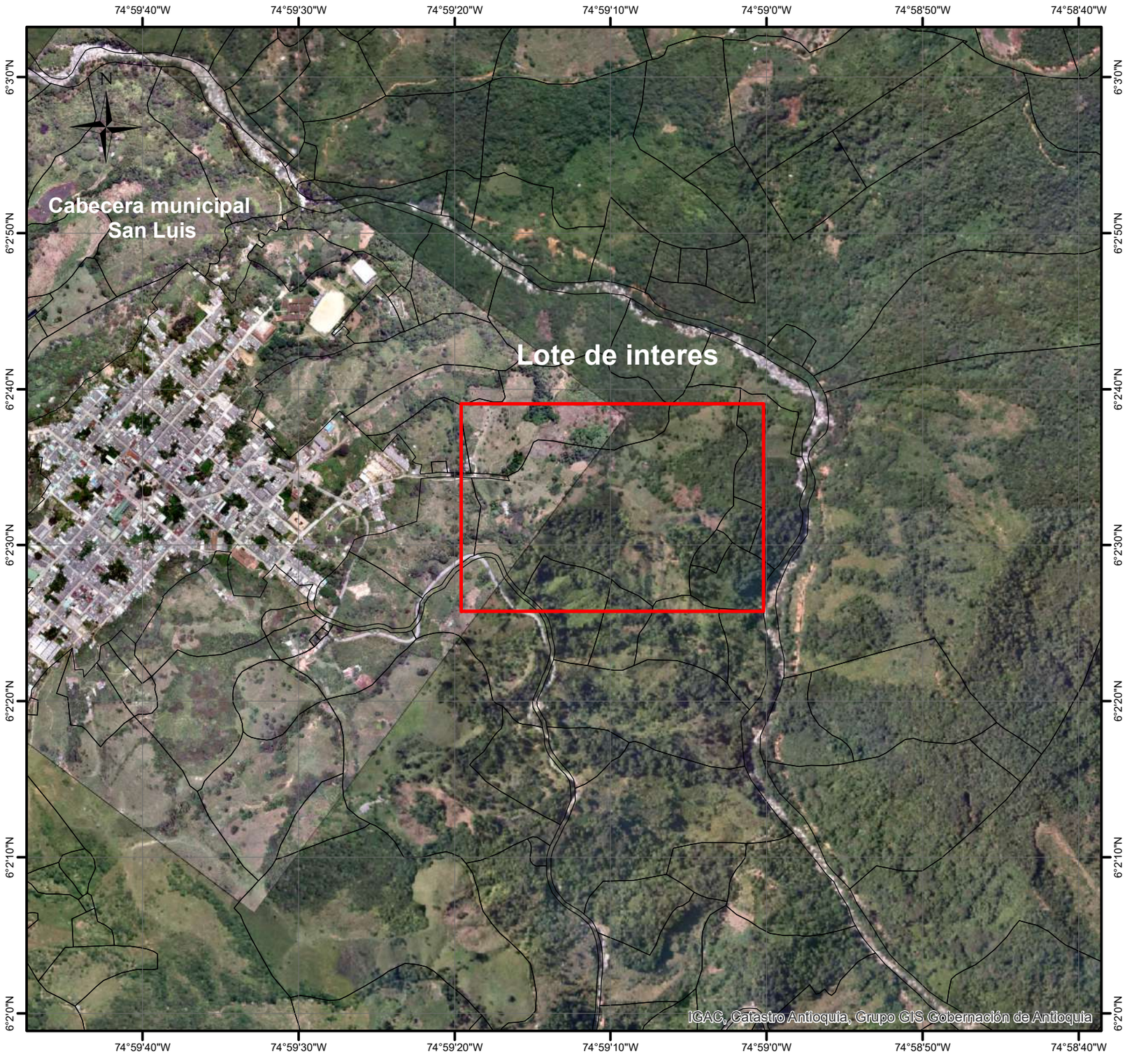
[10] Gonzales, H. (2001). Mapa geológico del departamento de Antioquia. Memorias explicativas. Instituto de investigación e información geocientífica, minero-ambiental y nuclear INGEOMINAS

11. ANEXOS

H.2.2.2.1(h) Anexos – En el informe de suelos se deben incluir planos de localización regional y local del proyecto, ubicación de los trabajos de campo, registro de perforación y resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio.

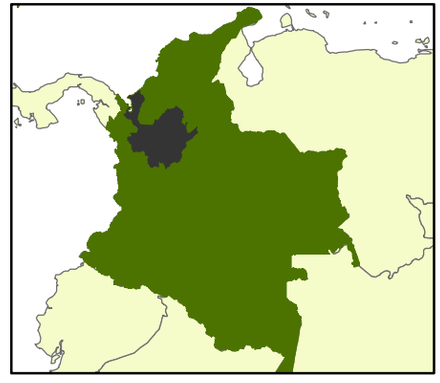
Se deben incluir la memoria de cálculo con el resumen de la metodología seguida, una muestra de cálculo de cada tipo de problema analizado y el resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas. Además, planos, esquemas, dibujos, graficas, fotografía, y todos los aspectos que se requieren para ilustrar y justificar adecuadamente el estudio y sus recomendaciones.

ANEXO 1: PLANOS DE LOCALIZACIÓN



ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

Localización



Contenido
Localización del proyecto

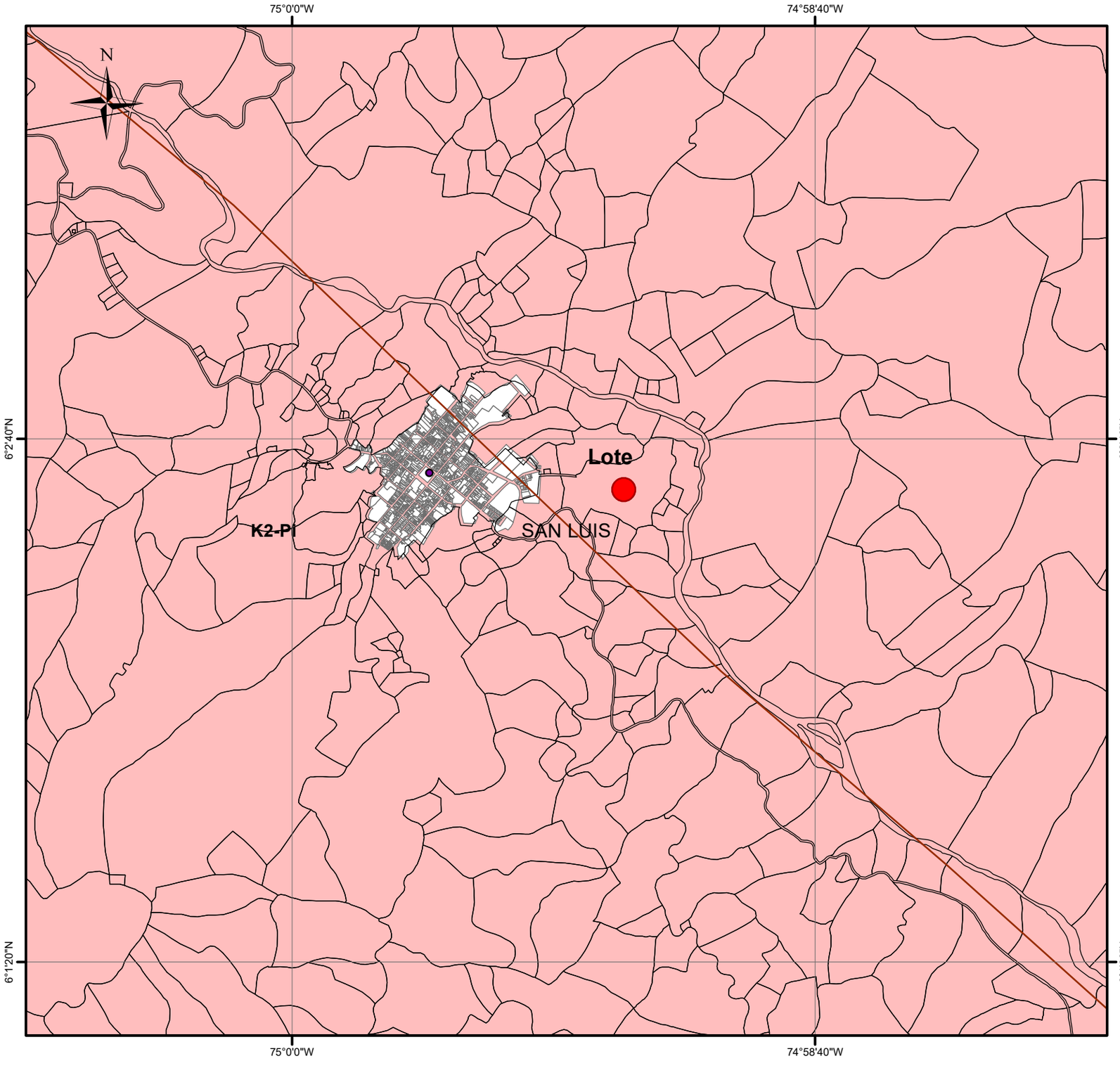
Convenciones
Lote

Responsable
Wilberto Antonio Benitez Villadiego
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

Sistema de coordenadas
Coordinate System: GCS MAGNA
Datum: MAGNA
Units: Degree

Escala
0 50 100 200 300 400
Meters

ANEXO 2: UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO
SONDEOS



ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

Localización

Contenido

Mapa geologico regional

Convenciones

- Lote
- Sistema de fallas geologicas
- Cabecera municipal
- Predios rurales

Marco geologico

- K2-pi. Batolito Antioqueño

Responsable

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

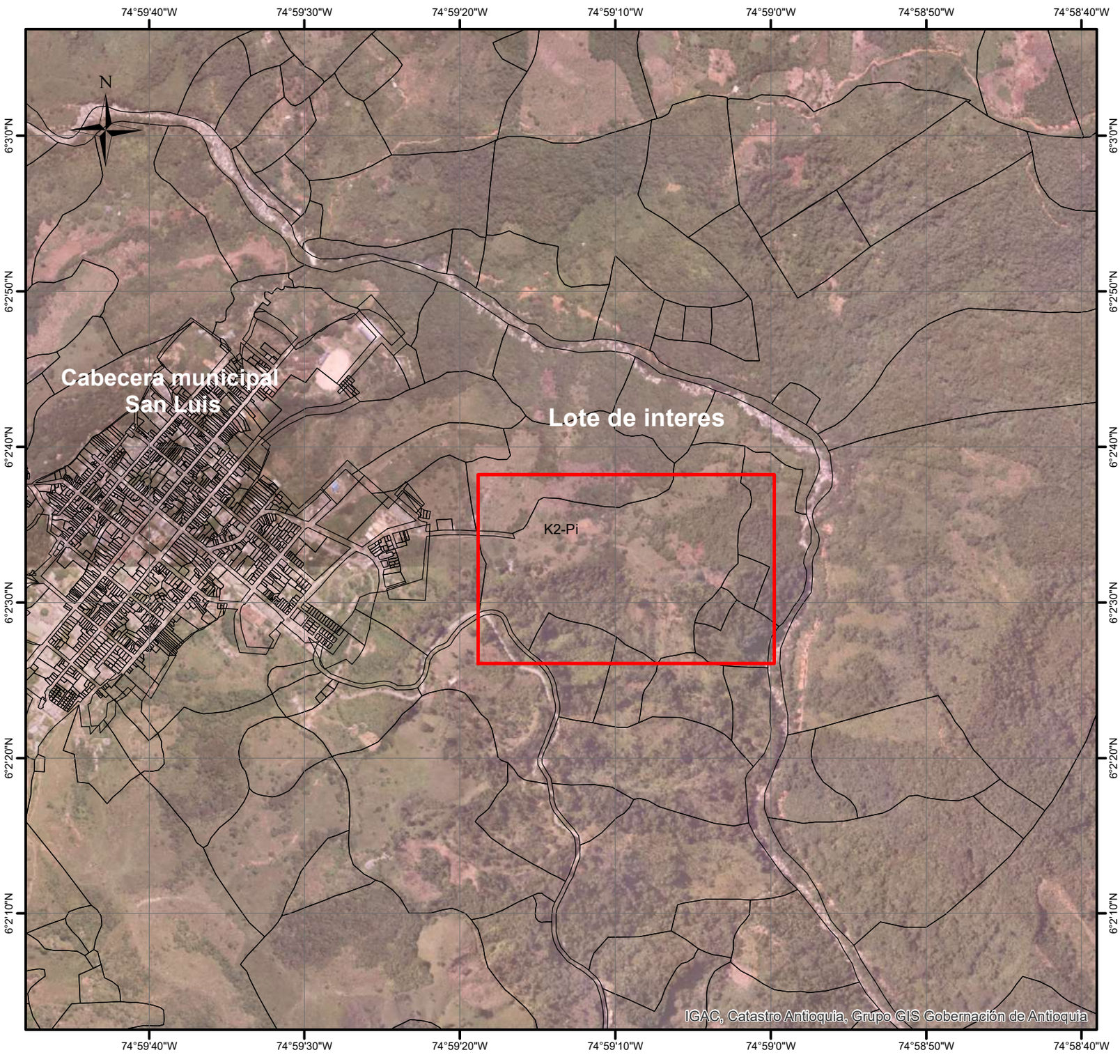
Sistema de coordenadas

Coordinate System: GCS MAGNA
Datum: MAGNA
Units: Degree

Escala

0 155 310 620 930 1.240 Meters

1:24.000



ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

Localización

Contenido

Mapa geologico local

Convenciones

Lote

Marco geologico

Batolito Antioqueño (K2-pi)

Responsable

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

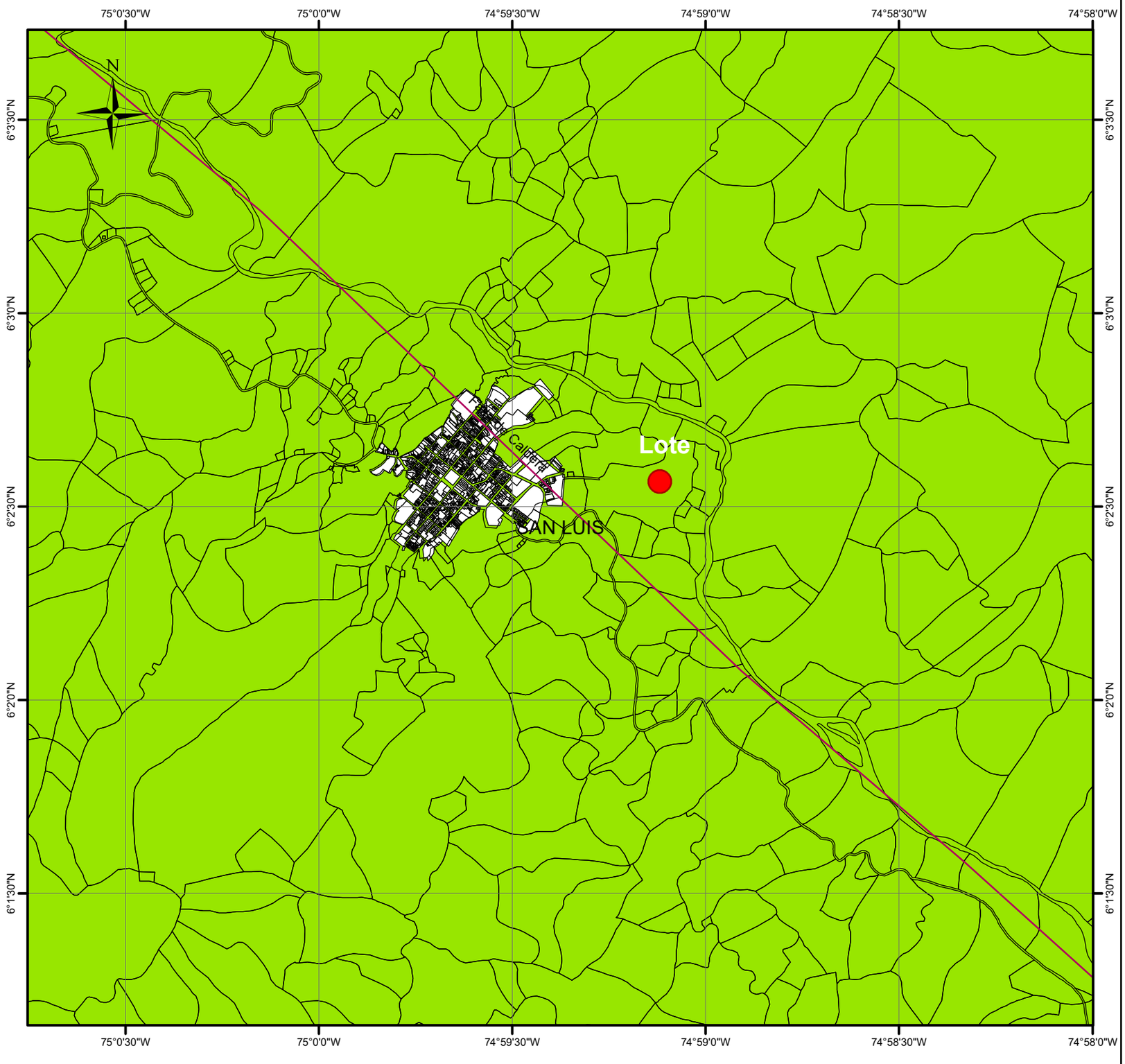
Sistema de coordenadas

Coordinate System: GCS MAGNA
Datum: MAGNA
Units: Degree

Escala

0 45 90 180 270 360
Meters

1:6.000



ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

Localización

Contenido

Mapa geomorfologico regional

Convenciones

- Cabecera municipal
- Predios rurales

Geomorfologia regional

- Frente Erosivo del Magdalena
- Falla geologica

Responsable

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

Tomado de Cornare - 2011
EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS Y DIMENSIONAMIENTO DE PROCESOS EROSIVOS

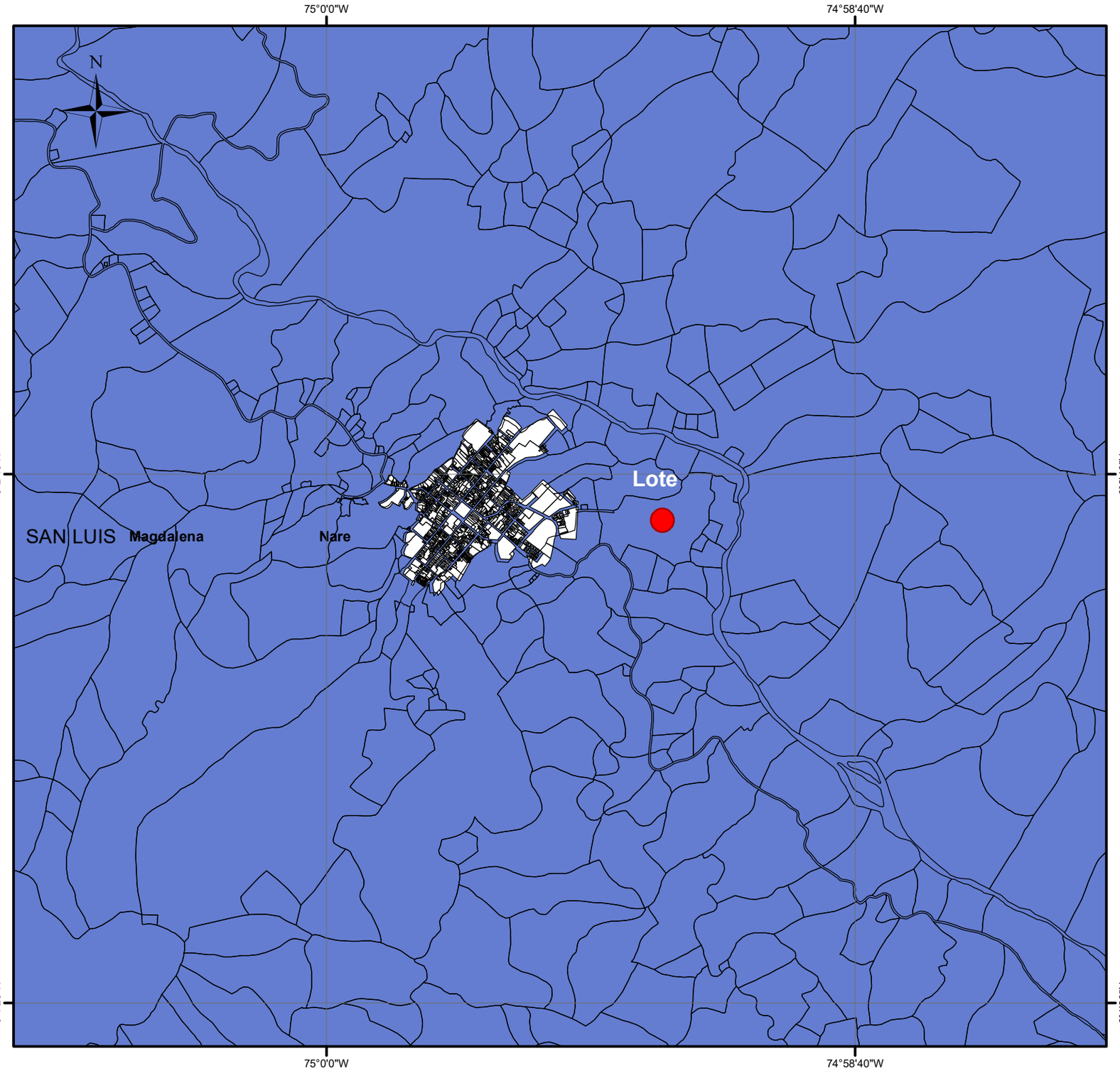
Sistema de coordenadas

Coordinate System: GCS MAGNA
Datum: MAGNA
Units: Degree

Escala

0 125 250 500 750 1.000 Meters

1:150.000



ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

Localización

Contenido

Mapa hidrologico regional

Convenciones

- Lote
- Cabecera municipal
- Predios rurales

Hidrologia

- Cuenca hidrologica R. Magdalena

Responsable

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia y Estabilidad de Taludes

Sistema de coordenadas

Coordinate System: GCS MAGNA
Datum: MAGNA
Units: Degree

Escala

0 155 310 620 930 1.240 Meters

1:24.000

N
EQUIPAMENTO – URBANO
B1
B2
B3
B4
B5
B6
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
S12
S13
S14
S15
S16
S17
BAHIA DE PARQUEO
STA_6 1000.557
STA_7 996.930
STA_5 1015.813
STA_4 1008.189
STA 1016.248
MJ_2 1015.142
MJ_1 1014.987
898700.000
898750.000
898800.000
898850.000
898900.000
1160550.000
1160500.000
1160450.000
MAPA DE SONDEOS
Escala :1:250

ANEXO 3: RESULTADOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 1

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
1		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	4 4 5				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	5 6 7				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	7 7 8				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	10 10 28		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	10 10 12					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	12 8 8					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	12 14 16					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	16 16 18					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 1

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO			FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº		DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
1			16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	18 28 38		SECO		**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	36 38 38					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	18 18 19					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	19 19 19					
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	19 20 20					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	20 22 23					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	23 26 32					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 2

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO	FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº / APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
2	16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	6 6 7				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	7 8 9				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	STANDARD	9 9 10		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	12 12 30					
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	12 12 14					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	14 10 10					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	14 16 18					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	18 18 20					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 2

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
2		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 a 9.45		AW	9	STANDARD	20 30 40				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 a 10.45		AW	10	STANDARD	38 40 40					
11.00 a 11.45		AW	11	STANDARD	20 20 21					
12.00 a 12.45		AW	12	STANDARD	21 21 21		SECO			
13.00 a 13.45		AW	13	STANDARD	21 22 22					
14.00 a 14.45		AW	14	STANDARD	22 24 25					
15.00 a 15.45		AW	15	STANDARD	25 28 34					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 3

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
3		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	11 11 12				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	12 13 14				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	STANDARD	14 14 15				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	17 17 35		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	SHELBY	17 17 19					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	19 15 15					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	19 21 23					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	23 23 25					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 3

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
3		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	25 35 45				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	43 45 45					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	25 25 26					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	26 26 26		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	26 27 27					
14.00 A 14.45		AW	14	STANDARD	27 29 30					
15.00 A 15.45		AW	15	STANDARD	30 33 39					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez

OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego

INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 4

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
4		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	5 5 6				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	6 7 8				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	8 8 9		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	11 11 29					
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	11 11 13					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	13 9 9					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	13 15 17					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	17 17 19					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 4

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
4		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	19 29 39		SECO		**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	37 39 39					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	19 19 20					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	20 20 20					
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	20 21 21					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	21 23 24					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	24 27 33					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 5

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
5		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	4 4 4				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	4 6 7				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	7 7 7				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	7 12 14		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	16 16 16					
6.00 A 6.45		AW	6	SHELBY	12 13 13					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	13 13 10					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	7 4 5					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 5

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
5		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	6 7 7				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	8 9 11					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	11 12 12					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	13 14 14		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	16 16 18					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	18 18 22					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	22 28 29					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 6

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO			FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº		DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	
6			16	9	2022	16	9	2022	SPT

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	6 6 6				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	6 8 9				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	STANDARD	9 9 9		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	9 14 16					
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	18 18 18					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	14 15 15					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	15 15 12					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	9 6 7					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 6

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
6		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 a 9.45		AW	9	STANDARD	8 9 9				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 a 10.45		AW	10	STANDARD	10 11 13					
11.00 a 11.45		AW	11	STANDARD	13 14 14					
12.00 a 12.45		AW	12	STANDARD	15 16 16		SECO			
13.00 a 13.45		AW	13	STANDARD	18 18 20					
14.00 a 14.45		AW	14	STANDARD	20 20 24					
15.00 a 15.45		AW	15	STANDARD	24 30 31					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 7

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
7		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	11 11 11				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	11 13 14				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	STANDARD	14 14 14				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	14 19 21		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	SHELBY	23 23 23					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	19 20 20					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	20 20 17					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	14 11 12					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 7

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
7		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	13 14 14				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	15 16 18					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	18 19 19					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	20 21 21		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	23 23 25					
14.00 A 14.45		AW	14	STANDARD	25 25 29					
15.00 A 15.45		AW	15	STANDARD	29 35 36					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez

OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego

INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 8

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
8		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	5 5 5				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	5 7 8				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	8 8 8		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	8 13 15					
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	17 17 17					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	13 14 14					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	14 14 11					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	8 5 6					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 8

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
8		16	9	2022	16	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	7 8 8		SECO		**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	9 10 12					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	12 13 13					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	14 15 15					
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	17 17 19					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	19 19 23					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	23 29 30					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 9

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
9		19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	3 3 4				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	5 5 6				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	8 8 10				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	11 10 10		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	7 7 6					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	6 8 8					
7.00 A 7.45		AW	7	SHELBY	13 13 10					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	15 18 18					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 9

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
9		19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	11 10 16				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	15 18 18					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	20 21 23					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	24 24 27		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	30 30 32					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	36 36 42					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	42 46 48					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 10

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO	FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº / APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
10	19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 a 1.45	AW	1	STANDARD	5 5 6				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 a 2.45	AW	2	STANDARD	7 7 8				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 a 3.45	AW	3	STANDARD	10 10 12		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 a 4.45	AW	4	STANDARD	13 12 12					
5.00 a 5.45	AW	5	STANDARD	9 9 8					
6.00 a 6.45	AW	6	STANDARD	8 10 10					
7.00 a 7.45	AW	7	STANDARD	15 15 12					
8.00 a 8.45	AW	8	STANDARD	17 20 20					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 10

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
10		19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 a 9.45	AW	9	STANDARD	13 12 18				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 a 10.45	AW	10	STANDARD	17 20 20					
11.00 a 11.45	AW	11	STANDARD	22 23 25					
12.00 a 12.45	AW	12	STANDARD	26 26 29		SECO			
13.00 a 13.45	AW	13	STANDARD	32 32 34					
14.00 a 14.45	AW	14	STANDARD	38 38 44					
15.00 a 15.45	AW	15	STANDARD	44 48 50					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 11

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO	FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº / APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	
11	19	9	2022	19	9	2022	SPT

PROFUNDIDAD m	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
				10				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
1.00 A 1.45	AW	1	STANDARD	10 11				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
2.00 A 2.45	AW	2	STANDARD	12 12 13					
3.00 A 3.45	AW	3	STANDARD	15 15 17				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45	AW	4	STANDARD	18 17 17		SECO			
5.00 A 5.45	AW	5	SHELBY	14 14 13					
6.00 A 6.45	AW	6	STANDARD	13 15 15					
7.00 A 7.45	AW	7	STANDARD	20 20 17					
8.00 A 8.45	AW	8	STANDARD	22 25 25					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 11

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
11		19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45	AW	9	STANDARD	18 17 23				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45	AW	10	STANDARD	22 25 25					
11.00 A 11.45	AW	11	STANDARD	27 28 30					
12.00 A 12.45	AW	12	STANDARD	31 31 34		SECO			
13.00 A 13.45	AW	13	STANDARD	37 37 39					
14.00 A 14.45	AW	14	STANDARD	43 43 49					
15.00 A 15.45	AW	15	STANDARD	49 53 55					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 12

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
12		19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45	AW	1	STANDARD	4 4 5				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45	AW	2	STANDARD	6 4 4				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45	AW	3	SHELBY	3 3 3		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45	AW	4	STANDARD	7 7 8					
5.00 A 5.45	AW	5	SHELBY	10 10 11					
6.00 A 6.45	AW	6	STANDARD	12 13 13					
7.00 A 7.45	AW	7	STANDARD	15 18 17					
8.00 A 8.45	AW	8	STANDARD	19 18 19					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 12

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
12		19	9	2022	19	9	2022	

PROFUNDIDAD m	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45	AW	9	STANDARD	20 21 22		SECO		**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45	AW	10	STANDARD	19 18 20					
11.00 A 11.45	AW	11	STANDARD	25 27 27					
12.00 A 12.45	AW	12	STANDARD	28 29 31					
13.00 A 13.45	AW	13	STANDARD	30 30 32					
14.00 A 14.45	AW	13	STANDARD	34 34 34					
15.00 A 15.45	AW	13	STANDARD	30 34 34					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 13

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
9		20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	4 4 7				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	3 3 5				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	8 9 11				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	7 8 8		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	10 11 11					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	12 13 13					
7.00 A 7.45		AW	7	SHELBY	15 16 18					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	20 20 23					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 13

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO			FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº		DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
9			20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	25 23 24				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	30 30 33					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	34 34 38					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	40 46 46		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	48 48 52					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	54 56 56					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	54 56 58					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 14

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO	FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº / APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
14	20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	5 11 8				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	9 6 6				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	STANDARD	7 7 10		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	5 6 7					
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	7 8 8					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	7 6 6					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	6 6 8					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	10 15 20					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 14

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
14		20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 a 9.45		AW	9	STANDARD	22 21 22				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 a 10.45		AW	10	STANDARD	24 24 24					
11.00 a 11.45		AW	11	STANDARD	28 28 29					
12.00 a 12.45		AW	12	STANDARD	30 34 35		SECO			
13.00 a 13.45		AW	13	STANDARD	38 38 39					
14.00 a 14.45		AW	14	STANDARD	39 39 41					
15.00 a 15.45		AW	15	STANDARD	38 42 44					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 15

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO	FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº / APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	
15	20	9	2022	20	9	2022	SPT

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
				STANDARD	11				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	11 14				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	10 10 12					
3.00 A 3.45		AW	3	STANDARD	15 16 18				**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	14 15 15		SECO			
5.00 A 5.45		AW	5	SHELBY	17 18 18					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	19 20 20					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	22 23 25					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	27 27 30					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 15

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
15		20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	32 30 31				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	37 37 40					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	41 41 45					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	47 53 53		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	55 55 59					
14.00 A 14.45		AW	14	STANDARD	61 63 63					
15.00 A 15.45		AW	15	STANDARD	61 63 65					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 16

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
16		20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	Nº MUESTRA	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	5 5 8				**MATERIA ORGANICA**	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	4 4 6				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	9 10 12		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	8 9 9					
5.00 A 5.45		AW	5	SHELBY	11 12 12					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	13 14 14					
7.00 A 7.45		AW	7	STANDARD	16 17 19					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	21 21 24					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 16

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO		FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			EQUIPO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
16		20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	26 24 25		SECO		**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	31 31 34					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	35 35 39					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	41 47 47					
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	49 49 53					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	55 57 57					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	55 57 59					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 17

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO			FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº		DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
17			20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
									MATERIA ORGANICA	DE 0.0m A 0.5m SE ENCUENTRA MATERIA ORGANICA
1.00 A 1.45		AW	1	STANDARD	6 6 9				**SUELO RESIDUAL** COMPOSICIÓN LIMO ARCILLOSO COLORACIÓN PARDO ROJIZO	DE 0,5m a 2,0 m SE ENCUENTRA SUELO RESIDUAL
2.00 A 2.45		AW	2	STANDARD	9 9 9					
3.00 A 3.45		AW	3	SHELBY	9 9 11		SECO		**SAPROLITO** **BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
4.00 A 4.45		AW	4	STANDARD	10 12 12					
5.00 A 5.45		AW	5	STANDARD	12 12 12					
6.00 A 6.45		AW	6	STANDARD	12 13 13					
7.00 A 7.45		AW	7	SHELBY	15 16 18					
8.00 A 8.45		AW	8	STANDARD	20 20 20					

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SONDEO 17

OBRA O PROYECTO	CLIENTE	LOCALIZACIÓN	HOJA Nº
TORRES DE 5 NEVELES	MUNICIPIO DE SAN LUIS	VEREDA CUBA SAN LUIS - ANTIOQUIA	1

SONDEO			FECHA DE INICIO			FECHA DE TERMINACIÓN			SONDEO
PERFORACIÓN Nº	APIQUE Nº		DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	SPT
17			20	9	2022	20	9	2022	

PROFUNDIDAD m	Escala	DIÁMETRO TUBERÍA	MUESTRA Nº	MUESTREADOR	GOLPES/16 cm. MUESTREADOR	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	RESISTENCIA AL PENETROMETRO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y OBSERVACIONES
9.00 A 9.45		AW	9	STANDARD	22 22 22				**SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO** COMPOSICIÓN LIMO – ARENOSO (LM) DE COLORACIÓN PARDO ROJIZO MOTEADA, DE MEDIA PLASTICIDAD Y HUMEDAD, CON ALGUNOS FRAGMENTOS SUBANGULOSOS DE ROCA, DONDE SE DIFERENCIA MINERALES FELDESPÁTICOS, CUARZO Y MICAS, CORRESPONDIENTE AL PERFIL DE METEORIZACIÓN DE LA CUARZODIORITA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO. MATERIAL COMPACTO DE BUENA CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	DE 2,0m a 15,0 m SE ENCUENTRA SAPROLITO BATOLITO ANTIOQUEÑO
10.00 A 10.45		AW	10	STANDARD	23 23 25					
11.00 A 11.45		AW	11	STANDARD	28 28 28					
12.00 A 12.45		AW	12	STANDARD	31 36 36		SECO			
13.00 A 13.45		AW	13	STANDARD	38 38 42					
14.00 A 14.45		AW	13	STANDARD	44 46 46					
15.00 A 15.45		AW	13	STANDARD	48 48 48					

ID INGEOWIL-790/22

Virgilio Vàsquez
OPERARIO QUE EJECUTO

Wilberto Antonio Benitez Villadiego
INGENIERO QUE REVISÓ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P1
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	matriz limo Arcillosa café amarillos claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

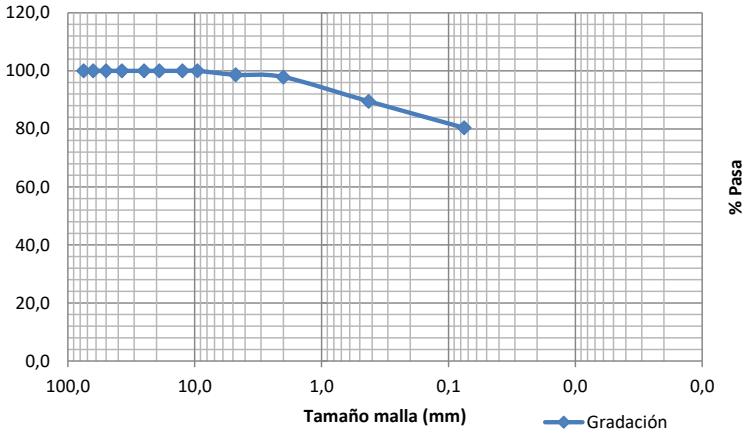
Tara N°	77	13
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,54	27,44
Suelo Seco Tara (gr)	20,60	21,85
Peso del agua (gr)	4,94	5,59
Tara (gr)	5,96	5,92
Peso suelo seco	14,64	15,93
% Humedad	33,74	35,09
Humedad promedio (%)	**34,42**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**176,50**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**131,31**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,8	1,4	1,4	98,6
10	1,0	0,8	2,1	97,9
40	11,0	8,4	10,5	89,5
200	12,0	9,1	19,6	80,4
Fondo	105,5	80,4	100,0	0,0

Curva Granulométrica



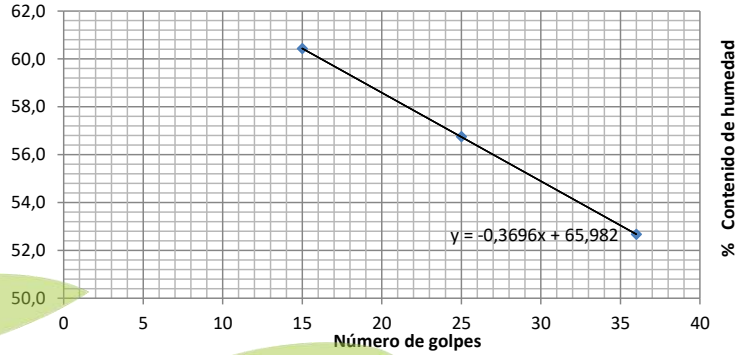
% Pasa Tamiz N°200:	**80,4**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	87	26
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,72	18,79
Suelo Seco Tara (gr)	15,54	15,66
Peso del agua (gr)	3,18	3,13
Tara (gr)	6,10	6,43
Peso suelo seco	9,44	9,23
% Humedad	33,69	33,91

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	78	86	95
Suelo Húmedo Tara (gr)	26,88	23,19	23,13
Suelo Seco Tara (gr)	19,03	16,97	17,21
Peso del agua (gr)	7,85	6,22	5,92
Tara (gr)	6,04	6,01	5,97
Peso suelo seco	12,99	10,96	11,24
% Humedad	60,43	56,75	52,67



Límite Liquido (%):	56,6
Límite Plástico (%):	33,8
Índice de Plasticidad (%):	22,8

Fecha de ejecución: 20/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P1
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M4
Descripción:	Limo Arenoso color rojizo	**Profundidad:**	4,00 a 4,45 m

Contenido de Humedad Natural

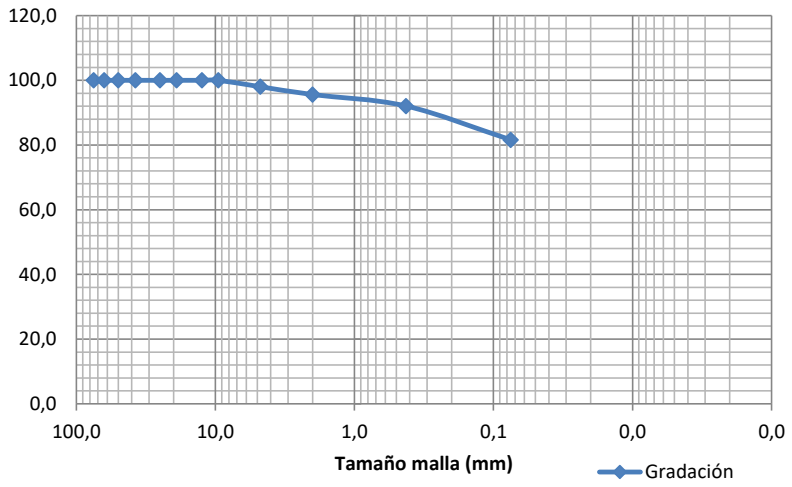
Tara N°	9	21
Suelo Húmedo Tara (gr)	21,36	24,21
Suelo Seco Tara (gr)	17,01	18,94
Peso del agua (gr)	4,35	5,27
Tara (gr)	6,29	5,99
Peso suelo seco	10,72	12,95
% Humedad	40,58	40,69
Humedad promedio (%)	**40,64**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**162,80**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**115,76**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	2,3	2,0	2,0	98,0
10	2,8	2,4	4,4	95,6
40	4,1	3,5	7,9	92,1
200	12,1	10,5	18,4	81,6
Fondo	94,5	81,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



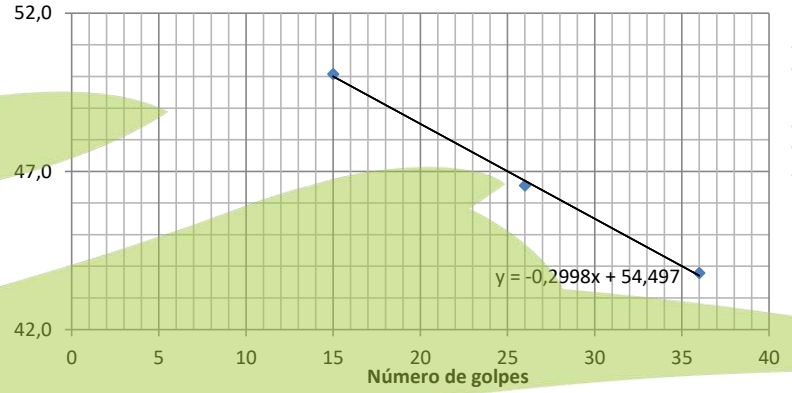
% Pasa Tamiz N°200:	**81,6**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-7-5**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	2	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,24	16,71
Suelo Seco Tara (gr)	14,69	14,20
Peso del agua (gr)	2,55	2,51
Tara (gr)	6,22	5,79
Peso suelo seco	8,47	8,41
% Humedad	30,11	29,85

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	36
Tara N°	18	16	34
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,21	24,47	22,14
Suelo Seco Tara (gr)	20,18	18,59	17,21
Peso del agua (gr)	7,03	5,88	4,93
Tara (gr)	6,14	5,96	5,95
Peso suelo seco	14,04	12,63	11,26
% Humedad	50,07	46,56	43,78



Límite Liquido (%):	46,8
Límite Plástico (%):	30,0
Índice de Plasticidad (%):	16,8

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P1
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M10
Descripción:	matriz Limo arenosa color rojizo	**Profundidad:**	10.00 a 10.45 m

Contenido de Humedad Natural

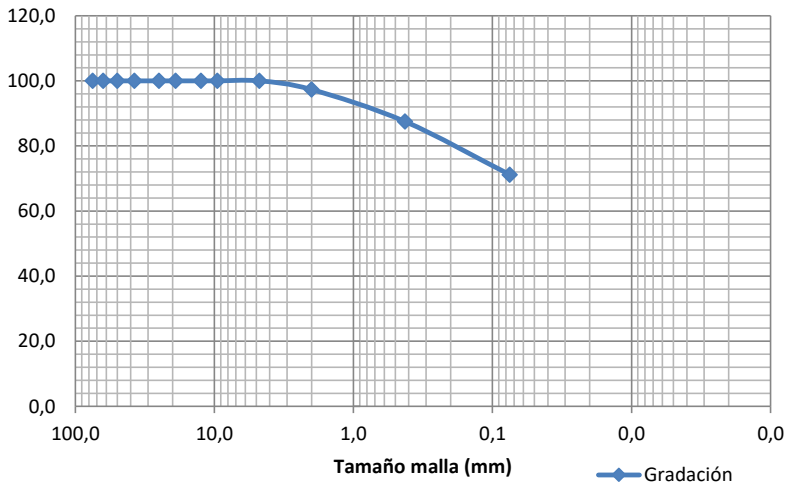
Tara N°	14	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,67	31,20
Suelo Seco Tara (gr)	22,41	24,36
Peso del agua (gr)	6,26	6,84
Tara (gr)	6,41	6,15
Peso suelo seco	16,00	18,21
% Humedad	39,13	37,56
Humedad promedio (%)	**38,34**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**144,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**104,74**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	0,0	0,0	0,0	100,0
10	2,8	2,7	2,7	97,3
40	10,3	9,8	12,5	87,5
200	17,1	16,3	28,8	71,2
Fondo	74,5	71,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica



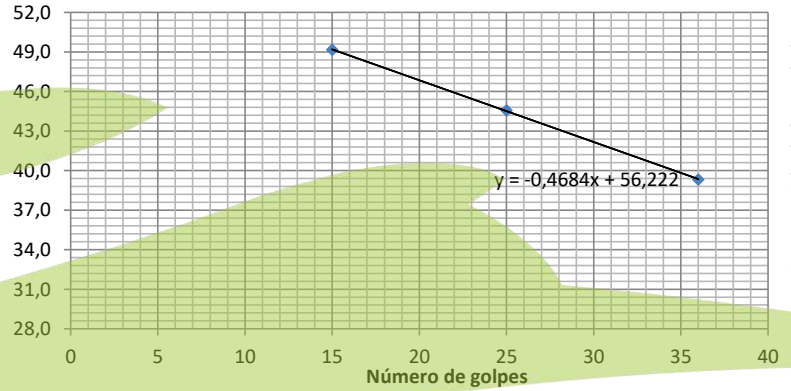
% Pasa Tamiz N°200:	**71,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	20	21
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,93	17,89
Suelo Seco Tara (gr)	14,10	14,84
Peso del agua (gr)	2,83	3,05
Tara (gr)	5,88	5,99
Peso suelo seco	8,22	8,85
% Humedad	34,43	34,46

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	10	5	14
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,30	25,19	23,45
Suelo Seco Tara (gr)	20,95	19,32	18,64
Peso del agua (gr)	7,35	5,87	4,81
Tara (gr)	6,00	6,15	6,41
Peso suelo seco	14,95	13,17	12,23
% Humedad	49,16	44,57	39,33



Límite Liquido (%):	44,4
Límite Plástico (%):	34,4
Índice de Plasticidad (%):	9,9

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado: Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P2
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarillo claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

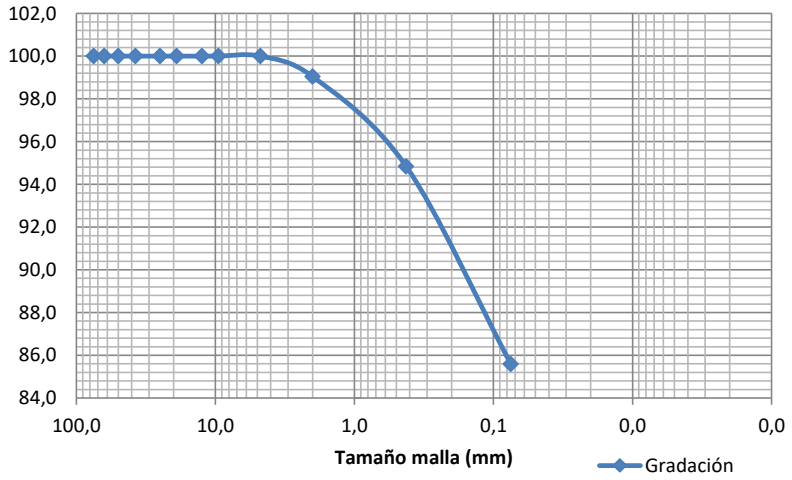
Tara N°	80	87
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,78	24,17
Suelo Seco Tara (gr)	23,23	19,81
Peso del agua (gr)	5,55	4,36
Tara (gr)	5,69	6,10
Peso suelo seco	17,54	13,71
% Humedad	31,64	31,80
Humedad promedio (%)	**31,72**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**138,00**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**104,77**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	0,0	0,0	0,0	100,0
10	1,0	1,0	1,0	99,0
40	4,4	4,2	5,2	94,8
200	9,7	9,3	14,4	85,6
Fondo	89,7	85,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



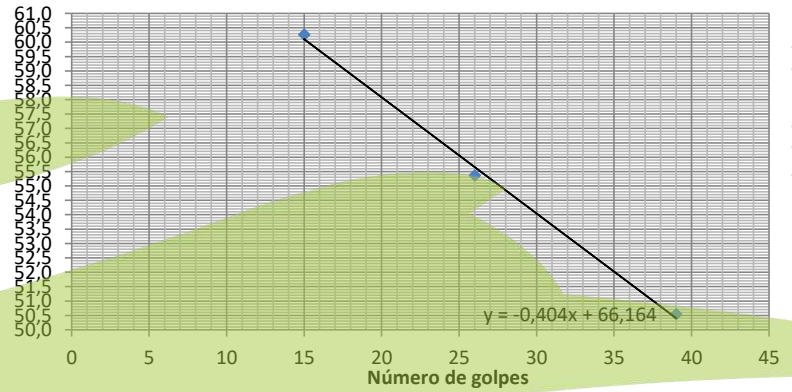
% Pasa Tamiz N°200:	**85,6**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	13	11
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,67	17,32
Suelo Seco Tara (gr)	14,95	14,78
Peso del agua (gr)	2,72	2,54
Tara (gr)	5,92	6,40
Peso suelo seco	9,03	8,38
% Humedad	30,12	30,31

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	39
Tara N°	93	77	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	20,95	19,85	21,13
Suelo Seco Tara (gr)	15,40	14,90	15,98
Peso del agua (gr)	5,55	4,95	5,15
Tara (gr)	6,19	5,96	5,79
Peso suelo seco	9,21	8,94	10,19
% Humedad	60,26	55,37	50,54



Límite Liquido (%):	55,4
Límite Plástico (%):	30,2
Índice de Plasticidad (%):	25,2

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P2
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M6
Descripción:	Matriz Limo arenosa con un porcentaje de bloques menores de 30%	**Profundidad:**	6,00 a 6,45 m

Contenido de Humedad Natural

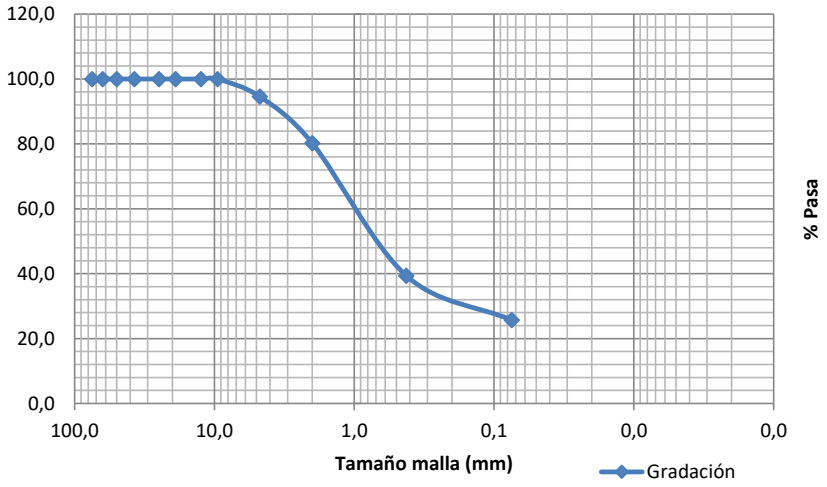
Tara N°	55	59
Suelo Húmedo Tara (gr)	30,38	27,54
Suelo Seco Tara (gr)	26,02	23,81
Peso del agua (gr)	4,36	3,73
Tara (gr)	5,93	5,98
Peso suelo seco	20,09	17,83
% Humedad	21,70	20,92
Humedad promedio (%)	**21,31**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**105,70**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**87,13**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,7	5,4	5,4	94,6
10	12,5	14,3	19,7	80,3
40	35,6	40,9	60,6	39,4
200	11,9	13,7	74,3	25,7
Fondo	22,4	25,7	100,0	0,0

Curva Granulométrica



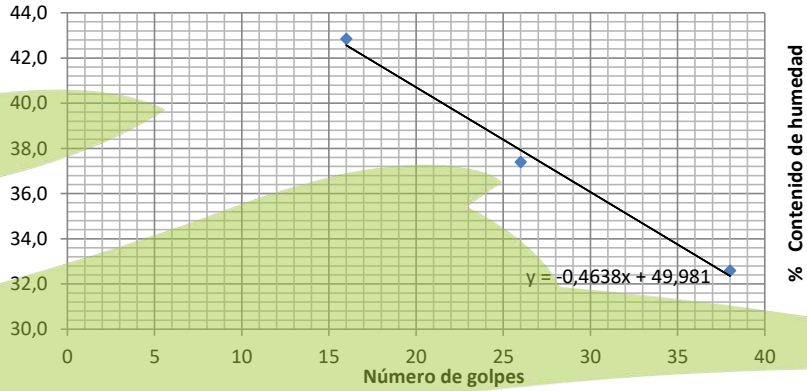
% Pasa Tamiz N°200:	**25,7**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	50	65
Suelo Húmedo Tara (gr)	15,23	15,77
Suelo Seco Tara (gr)	13,30	13,83
Peso del agua (gr)	1,93	1,94
Tara (gr)	5,79	6,30
Peso suelo seco	7,51	7,53
% Humedad	25,70	25,76

Límite Líquido			
Número de golpes	16	26	38
Tara N°	26	21	22
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,90	21,64	20,98
Suelo Seco Tara (gr)	18,66	17,38	17,30
Peso del agua (gr)	5,24	4,26	3,68
Tara (gr)	6,43	5,99	6,01
Peso suelo seco	12,23	11,39	11,29
% Humedad	42,85	37,40	32,60



Límite Liquido (%):	37,6
Límite Plástico (%):	25,7
Índice de Plasticidad (%):	11,9

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P2
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M12
Descripción:	Limo Arenosa color café	**Profundidad:**	12,00 a 12,45 m

Contenido de Humedad Natural

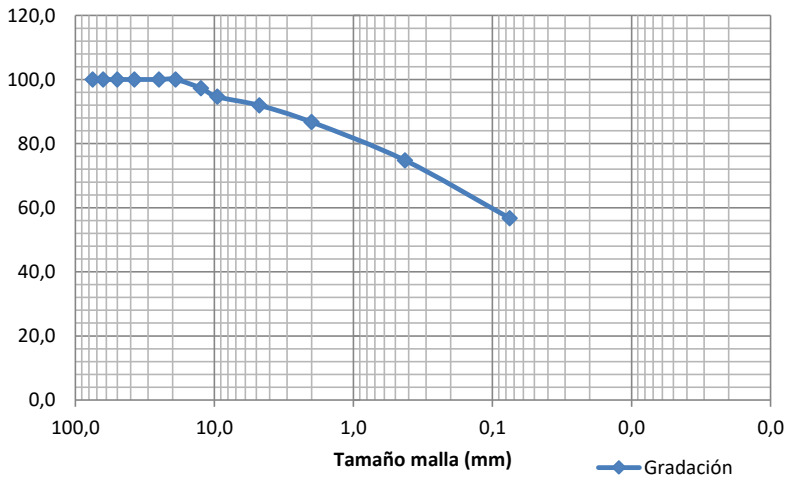
Tara N°	22	13
Suelo Húmedo Tara (gr)	30,67	33,20
Suelo Seco Tara (gr)	24,41	26,36
Peso del agua (gr)	6,26	6,84
Tara (gr)	6,01	5,92
Peso suelo seco	18,40	20,44
% Humedad	34,02	33,46
Humedad promedio (%)	**33,74**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**148,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**111,33**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	3,0	2,7	2,7	97,3
3/8"	3,0	2,7	5,4	94,6
4	3,0	2,7	8,1	91,9
10	5,8	5,2	13,3	86,7
40	13,3	11,9	25,2	74,8
200	20,1	18,1	43,3	56,7
Fondo	63,1	56,7	100,0	0,0

Curva Granulométrica



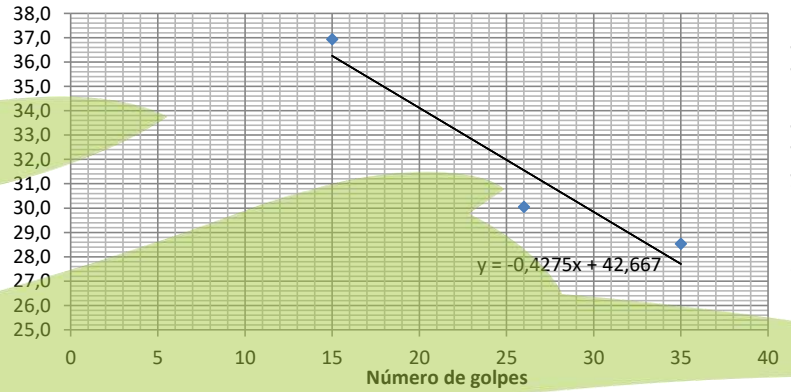
% Pasa Tamiz N°200:	**56,7**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	28	29
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,93	19,89
Suelo Seco Tara (gr)	16,10	16,84
Peso del agua (gr)	2,83	3,05
Tara (gr)	5,94	6,17
Peso suelo seco	10,16	10,67
% Humedad	27,85	28,58

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	35
Tara N°	18	13	22
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,98	24,10	22,00
Suelo Seco Tara (gr)	18,44	19,90	18,45
Peso del agua (gr)	4,54	4,20	3,55
Tara (gr)	6,14	5,92	6,01
Peso suelo seco	12,30	13,98	12,44
% Humedad	36,93	30,04	28,54



Límite Liquido (%):	31,8
Límite Plástico (%):	28,2
Índice de Plasticidad (%):	3,6

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P3
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	limo arenoso color café claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

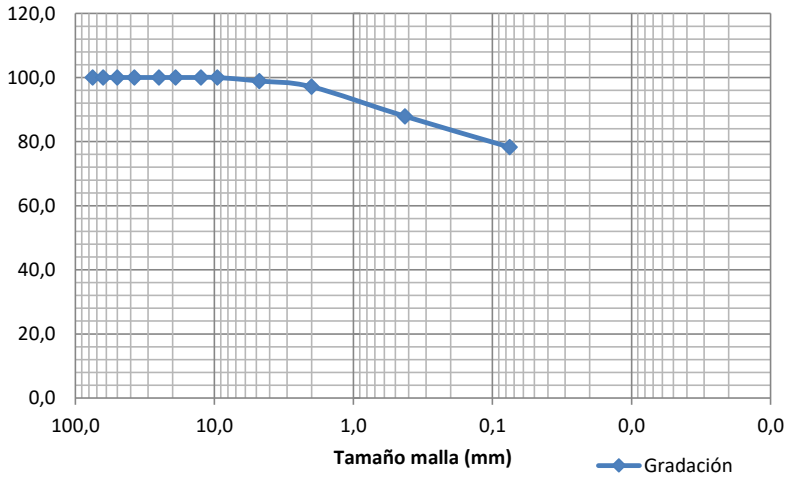
Tara N°	19	36
Suelo Húmedo Tara (gr)	39,16	34,21
Suelo Seco Tara (gr)	29,45	26,34
Peso del agua (gr)	9,71	7,87
Tara (gr)	5,87	6,22
Peso suelo seco	23,58	20,12
% Humedad	41,18	39,12
Humedad promedio (%)	**40,15**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**203,60**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**145,28**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,6	1,1	1,1	98,9
10	2,6	1,8	2,9	97,1
40	13,4	9,2	12,1	87,9
200	14,0	9,6	21,8	78,2
Fondo	113,7	78,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica

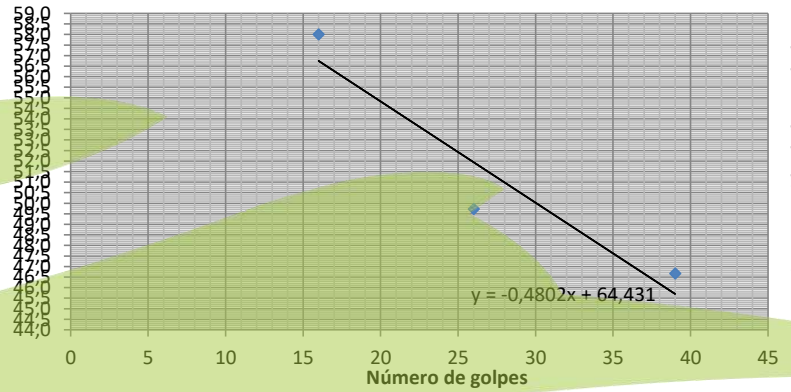


% Pasa Tamiz N°200:	**78,2**		
Clasificación USCS:	**ML**		
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	82	77
Suelo Húmedo Tara (gr)	14,81	14,85
Suelo Seco Tara (gr)	12,61	12,59
Peso del agua (gr)	2,20	2,26
Tara (gr)	6,18	5,96
Peso suelo seco	6,43	6,63
% Humedad	34,21	34,09

Límite Líquido			
Número de golpes	16	26	39
Tara N°	93	85	11
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,06	25,09	22,02
Suelo Seco Tara (gr)	17,50	18,76	17,05
Peso del agua (gr)	6,56	6,33	4,97
Tara (gr)	6,19	6,03	6,40
Peso suelo seco	11,31	12,73	10,65
% Humedad	58,00	49,73	46,67



Límite Liquido (%):	51,5
Límite Plástico (%):	34,2
Índice de Plasticidad (%):	17,3

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P3
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M4
Descripción:	Limo arenoso color amarillo	**Profundidad:**	4.00 a 4.45 m

Contenido de Humedad Natural

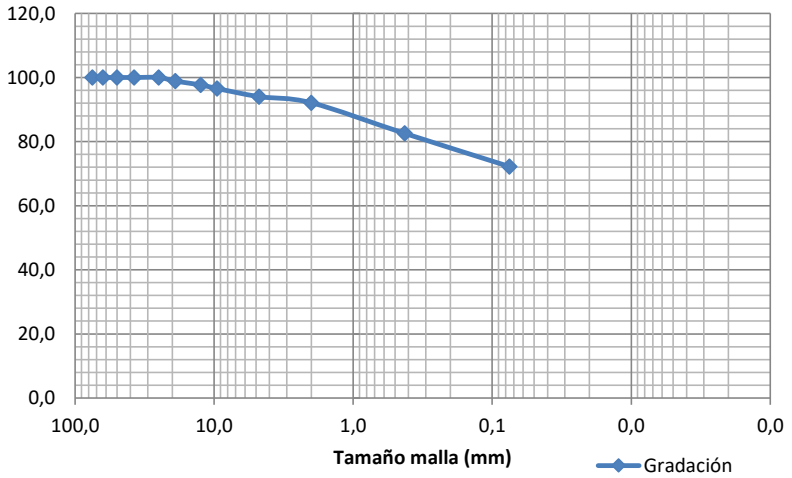
Tara N°	79	15
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,04	28,94
Suelo Seco Tara (gr)	22,10	21,85
Peso del agua (gr)	4,94	7,09
Tara (gr)	6,13	5,70
Peso suelo seco	15,97	16,15
% Humedad	30,93	43,90
Humedad promedio (%)	**37,42**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**179,50**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**130,62**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,5	1,1	1,1	98,9
1/2"	1,5	1,1	2,3	97,7
3/8"	1,5	1,1	3,4	96,6
4	3,3	2,5	6,0	94,0
10	2,5	1,9	7,9	92,1
40	12,5	9,6	17,5	82,5
200	13,5	10,3	27,8	72,2
Fondo	94,3	72,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica



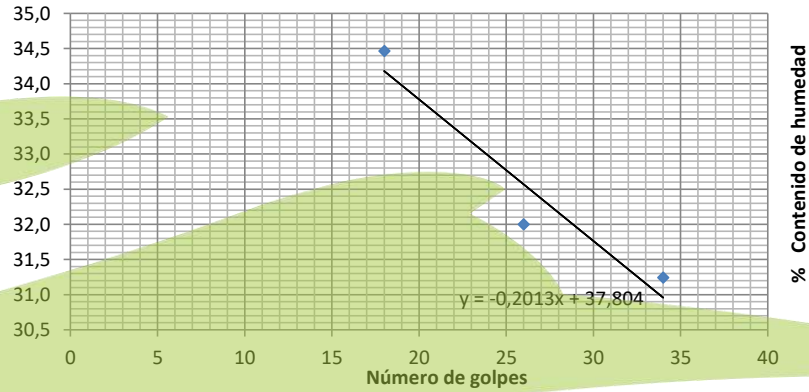
% Pasa Tamiz N°200:	**72,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	90	29
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,22	22,29
Suelo Seco Tara (gr)	19,04	19,16
Peso del agua (gr)	3,18	3,13
Tara (gr)	6,13	6,17
Peso suelo seco	12,91	12,99
% Humedad	24,63	24,10

Límite Líquido			
Número de golpes	18	26	34
Tara N°	23	26	24
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,81	28,67	26,84
Suelo Seco Tara (gr)	22,22	23,28	21,91
Peso del agua (gr)	5,59	5,39	4,93
Tara (gr)	6,00	6,43	6,13
Peso suelo seco	16,22	16,85	15,78
% Humedad	34,46	32,00	31,24



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	24,4
Índice de Plasticidad (%):	8,2

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P3
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M6
Descripción:	Limo arenoso de color café	**Profundidad:**	6.0m a 6.45 m

Contenido de Humedad Natural

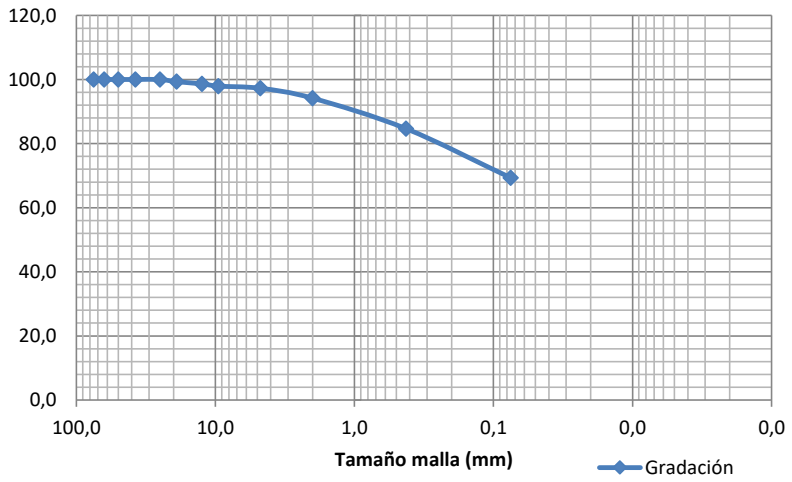
Tara N°	24	15
Suelo Húmedo Tara (gr)	31,17	33,70
Suelo Seco Tara (gr)	24,91	26,86
Peso del agua (gr)	6,26	6,84
Tara (gr)	6,13	5,70
Peso suelo seco	18,78	21,16
% Humedad	33,33	32,33
Humedad promedio (%)	**32,83**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**154,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**116,62**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,8	0,7	0,7	99,3
1/2"	0,8	0,7	1,4	98,6
3/8"	0,8	0,7	2,1	97,9
4	0,8	0,7	2,7	97,3
10	3,6	3,1	5,8	94,2
40	11,1	9,5	15,3	84,7
200	17,9	15,3	30,7	69,3
Fondo	80,8	69,3	100,0	0,0

Curva Granulométrica



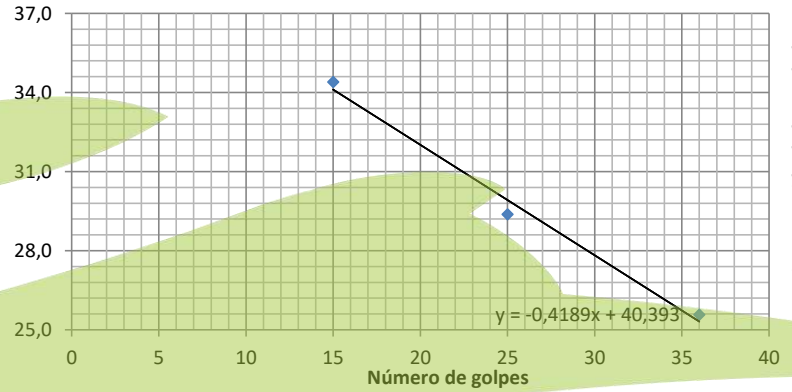
% Pasa Tamiz N°200:	**69,3**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-7**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	12	13
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,39	19,03
Suelo Seco Tara (gr)	16,60	16,90
Peso del agua (gr)	1,79	2,13
Tara (gr)	5,95	5,92
Peso suelo seco	10,65	10,98
% Humedad	16,84	19,43

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	20	15	24
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,78	24,90	23,67
Suelo Seco Tara (gr)	19,20	20,54	20,10
Peso del agua (gr)	4,58	4,36	3,57
Tara (gr)	5,88	5,70	6,13
Peso suelo seco	13,32	14,84	13,97
% Humedad	34,40	29,37	25,57



Límite Liquido (%):	29,8
Límite Plástico (%):	18,1
Índice de Plasticidad (%):	11,6

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P4
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarilloso claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

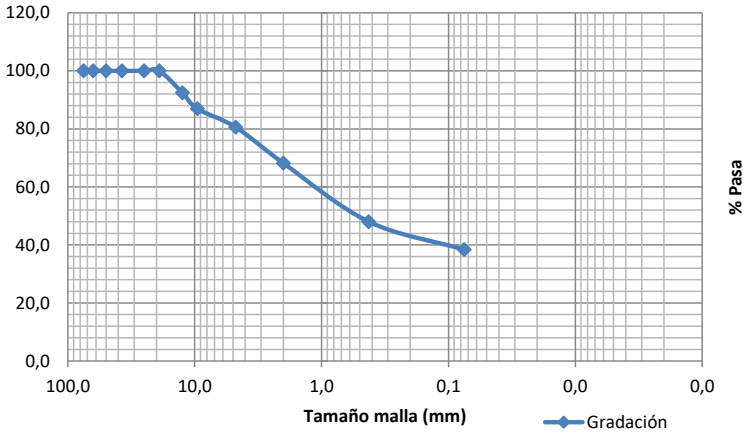
Tara N°	8	15
Suelo Húmedo Tara (gr)	33,47	32,10
Suelo Seco Tara (gr)	30,18	29,13
Peso del agua (gr)	3,29	2,97
Tara (gr)	5,83	5,70
Peso suelo seco	24,35	23,43
% Humedad	13,51	12,68
Humedad promedio (%)	**13,09**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**183,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**162,17**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,3	7,6	7,6	92,4
3/8"	8,9	5,5	13,1	86,9
4	10,3	6,4	19,4	80,6
10	20,1	12,4	31,8	68,2
40	32,7	20,2	52,0	48,0
200	15,6	9,6	61,6	38,4
Fondo	62,3	38,4	100,0	0,0

Curva Granulométrica



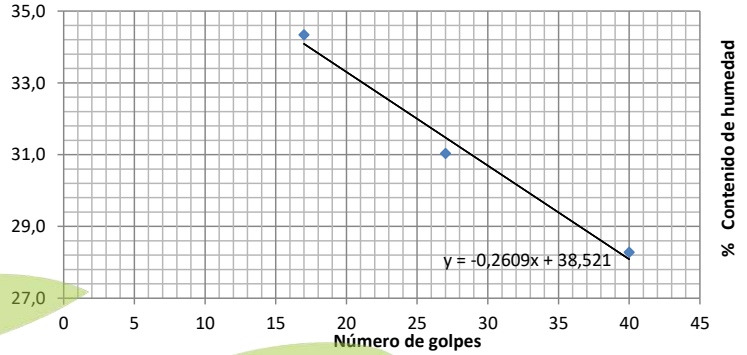
% Pasa Tamiz N°200:	**38,4**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-5**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	101	105
Suelo Húmedo Tara (gr)	15,26	15,30
Suelo Seco Tara (gr)	13,67	13,77
Peso del agua (gr)	1,59	1,53
Tara (gr)	5,91	6,21
Peso suelo seco	7,76	7,56
% Humedad	20,49	20,24

Límite Líquido			
Número de golpes	17	27	40
Tara N°	66	69	77
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,15	23,77	24,06
Suelo Seco Tara (gr)	18,04	19,45	20,07
Peso del agua (gr)	4,11	4,32	3,99
Tara (gr)	6,07	5,53	5,96
Peso suelo seco	11,97	13,92	14,11
% Humedad	34,34	31,03	28,28



Límite Liquido (%):	31,2
Límite Plástico (%):	20,4
Índice de Plasticidad (%):	10,9

Fecha de ejecución: 20/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P4
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M6
Descripción:	Limo Arenoso color café	**Profundidad:**	6,00 a 6,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	8	78
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,00	23,10
Suelo Seco Tara (gr)	22,00	20,40
Peso del agua (gr)	3,00	2,70
Tara (gr)	5,83	6,04
Peso suelo seco	16,17	14,36
% Humedad	18,55	18,80
Humedad promedio (%)	**18,68**	

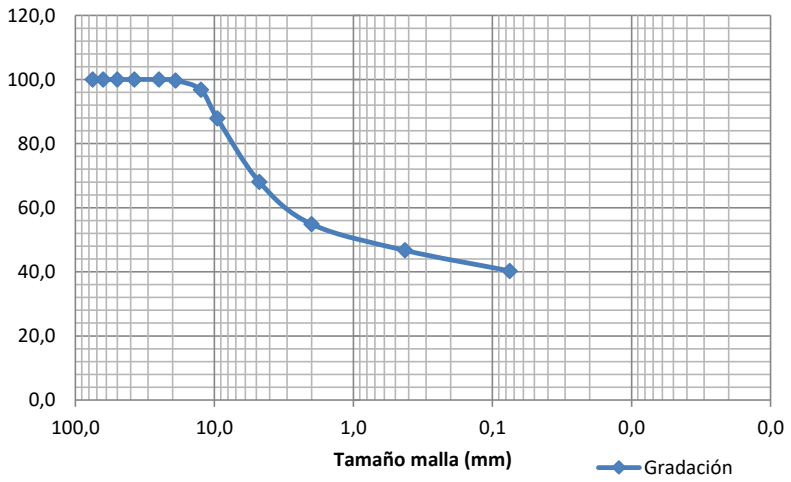
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**187,20**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**157,74**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,5	0,3	0,3	99,7
1/2"	4,6	2,9	3,2	96,8
3/8"	14,1	8,9	12,2	87,8
4	31,2	19,8	32,0	68,0
10	20,8	13,2	45,1	54,9
40	12,9	8,2	53,3	46,7
200	10,1	6,4	59,7	40,3
Fondo	63,5	40,3	100,0	0,0

% Pasa Tamiz N°200:	**40,3**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-7**

Curva Granulométrica

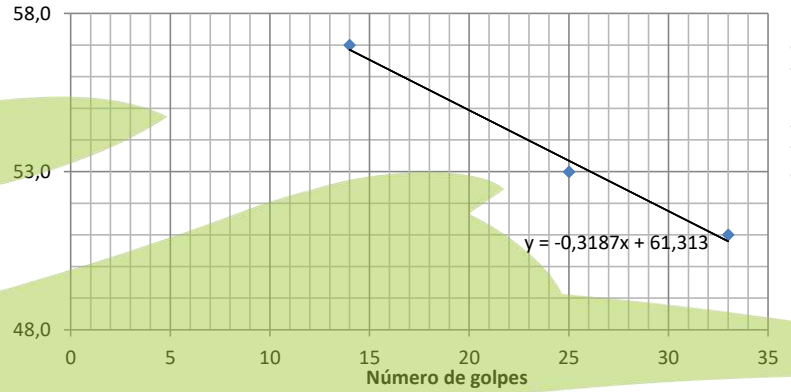


Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	31	11
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,67	17,32
Suelo Seco Tara (gr)	14,95	14,78
Peso del agua (gr)	2,72	2,54
Tara (gr)	6,28	6,40
Peso suelo seco	8,67	8,38
% Humedad	31,37	30,31

Límite Líquido			
Número de golpes	14	25	33
Tara N°	39	7	77
Suelo Húmedo Tara (gr)	21,47	19,85	20,53
Suelo Seco Tara (gr)	16,00	14,98	15,61
Peso del agua (gr)	5,47	4,87	4,92
Tara (gr)	6,40	5,79	5,96
Peso suelo seco	9,60	9,19	9,65
% Humedad	57,00	52,99	51,00



Límite Liquido (%):	53,7
Límite Plástico (%):	30,8
Índice de Plasticidad (%):	22,8

Fecha de ejecución: 20/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P4
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M10
Descripción:	matriz Limo arenosa	**Profundidad:**	10,00 a 10.45 m

Contenido de Humedad Natural

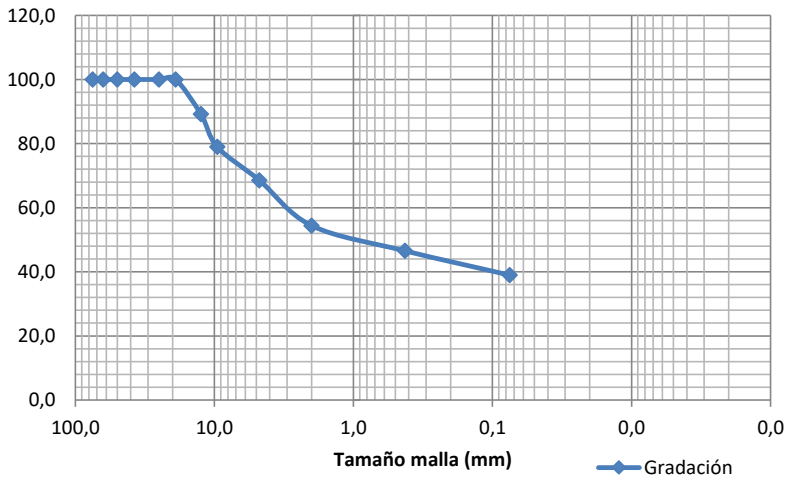
Tara N°	38	79
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,63	24,78
Suelo Seco Tara (gr)	19,63	21,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,23	6,13
Peso suelo seco	14,40	15,35
% Humedad	20,83	21,50
Humedad promedio (%)	**21,17**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**162,50**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	17,6	10,8	10,8	89,2
3/8"	16,6	10,2	21,0	79,0
4	16,9	10,4	31,4	68,6
10	23,0	14,2	45,6	54,4
40	12,8	7,9	53,5	46,5
200	12,3	7,6	61,0	39,0
Fondo	63,3	39,0	100,0	0,0

Curva Granulométrica

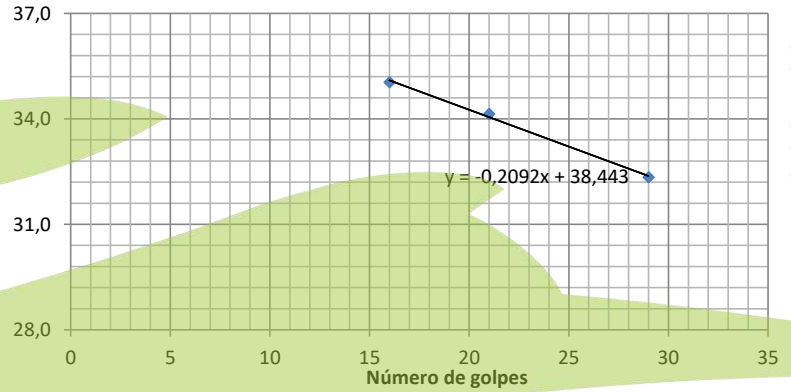


% Pasa Tamiz N°200:	**39,0**		
Clasificación USCS:	**ML**		
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	41	61
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,08	16,44
Suelo Seco Tara (gr)	13,98	14,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,06	6,08
Peso suelo seco	7,92	8,13
% Humedad	26,52	27,43

Límite Líquido			
Número de golpes	16	21	29
Tara N°	81	12	32
Suelo Húmedo Tara (gr)	20,20	22,10	20,16
Suelo Seco Tara (gr)	16,44	17,99	16,68
Peso del agua (gr)	3,76	4,11	3,48
Tara (gr)	5,71	5,95	5,92
Peso suelo seco	10,73	12,04	10,76
% Humedad	35,04	34,14	32,34



Límite Liquido (%):	33,8
Límite Plástico (%):	27,0
Índice de Plasticidad (%):	6,9

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P5
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarillo claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

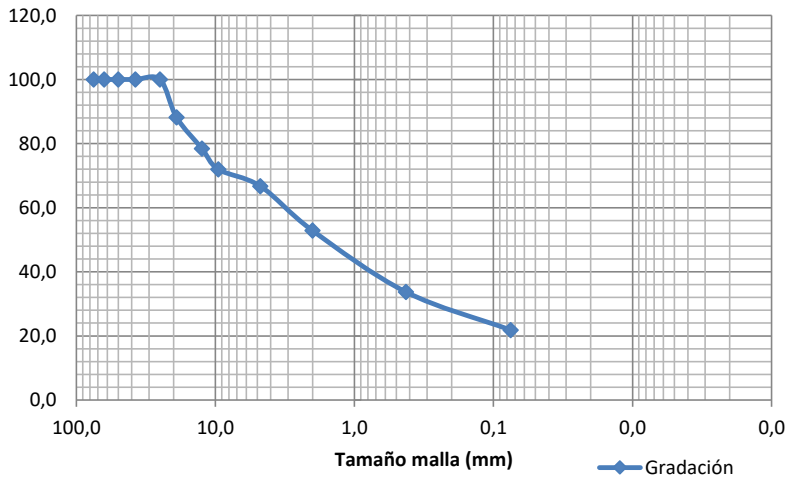
Tara N°	21	23
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,99	30,11
Suelo Seco Tara (gr)	26,45	27,38
Peso del agua (gr)	2,54	2,73
Tara (gr)	5,99	6,00
Peso suelo seco	20,46	21,38
% Humedad	12,41	12,77
Humedad promedio (%)	**12,59**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**179,30**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**159,25**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	18,9	11,9	11,9	88,1
1/2"	15,4	9,7	21,5	78,5
3/8"	10,3	6,5	28,0	72,0
4	8,4	5,3	33,3	66,7
10	22,1	13,9	47,2	52,8
40	30,5	19,2	66,3	33,7
200	18,9	11,9	78,2	21,8
Fondo	34,7	21,8	100,0	0,0

Curva Granulométrica



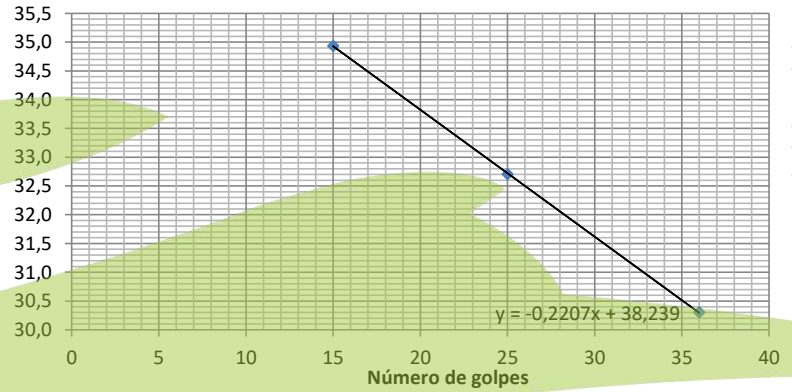
% Pasa Tamiz N°200:	**21,8**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	94	89
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,26	17,50
Suelo Seco Tara (gr)	15,30	15,62
Peso del agua (gr)	1,96	1,88
Tara (gr)	4,64	5,46
Peso suelo seco	10,66	10,16
% Humedad	18,39	18,50

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	81	85	90
Suelo Húmedo Tara (gr)	19,46	20,15	21,31
Suelo Seco Tara (gr)	15,90	16,67	17,78
Peso del agua (gr)	3,56	3,48	3,53
Tara (gr)	5,71	6,03	6,13
Peso suelo seco	10,19	10,64	11,65
% Humedad	34,94	32,71	30,30



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	18,4
Índice de Plasticidad (%):	14,2

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P5
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M5
Descripción:	Matriz Limo arenosa con un porcentaje de bloques menores de 30%	**Profundidad:**	5,00 a 5,45 m

Contenido de Humedad Natural

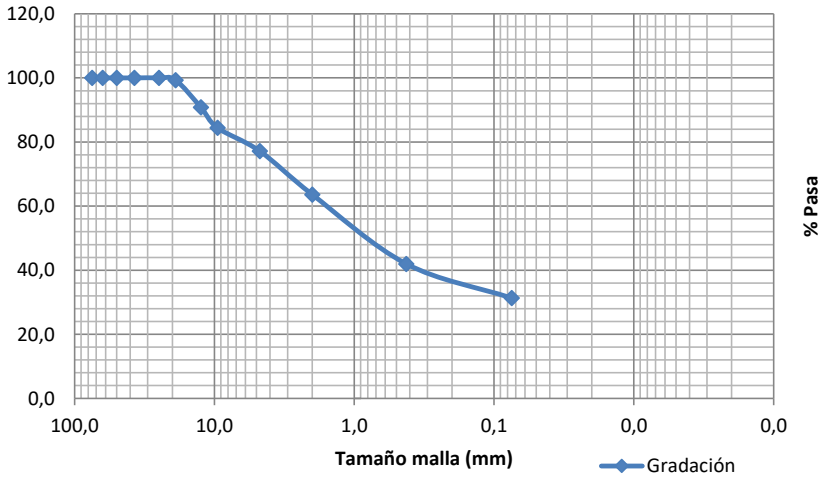
Tara N°	6	13
Suelo Húmedo Tara (gr)	34,47	33,10
Suelo Seco Tara (gr)	31,18	30,13
Peso del agua (gr)	3,29	2,97
Tara (gr)	6,03	5,92
Peso suelo seco	25,15	24,21
% Humedad	13,08	12,27
Humedad promedio (%)	**12,67**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**175,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**155,67**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,0	0,6	0,6	99,4
1/2"	13,3	8,5	9,2	90,8
3/8"	9,9	6,4	15,5	84,5
4	11,3	7,3	22,8	77,2
10	21,1	13,6	36,4	63,6
40	33,7	21,6	58,0	42,0
200	16,6	10,7	68,7	31,3
Fondo	48,8	31,3	100,0	0,0

Curva Granulométrica



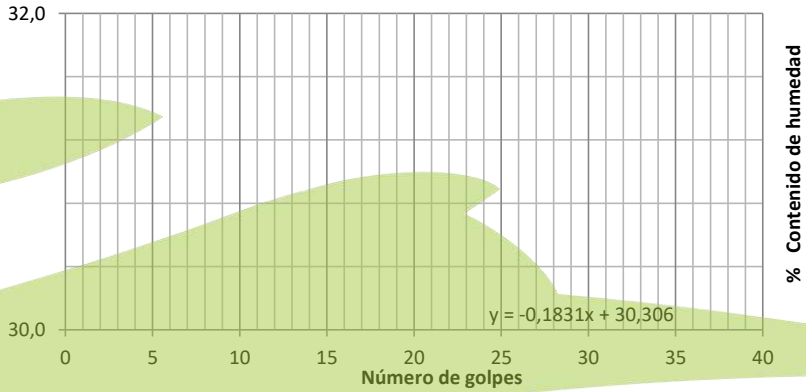
% Pasa Tamiz N°200:	**31,3**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	107	111
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,26	18,30
Suelo Seco Tara (gr)	16,67	16,77
Peso del agua (gr)	1,59	1,53
Tara (gr)	6,15	6,29
Peso suelo seco	10,52	10,48
% Humedad	15,11	14,60

Límite Líquido			
Número de golpes	17	23	36
Tara N°	72	75	73
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,15	26,77	27,06
Suelo Seco Tara (gr)	21,04	22,45	23,07
Peso del agua (gr)	4,11	4,32	3,99
Tara (gr)	5,85	6,02	6,20
Peso suelo seco	15,19	16,43	16,87
% Humedad	27,06	26,29	23,65



Límite Liquido (%):	25,7
Límite Plástico (%):	14,9
Índice de Plasticidad (%):	10,8

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P2
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M12
Descripción:	Limo Arenosa color café	**Profundidad:**	12,00 a 12,45 m

Contenido de Humedad Natural

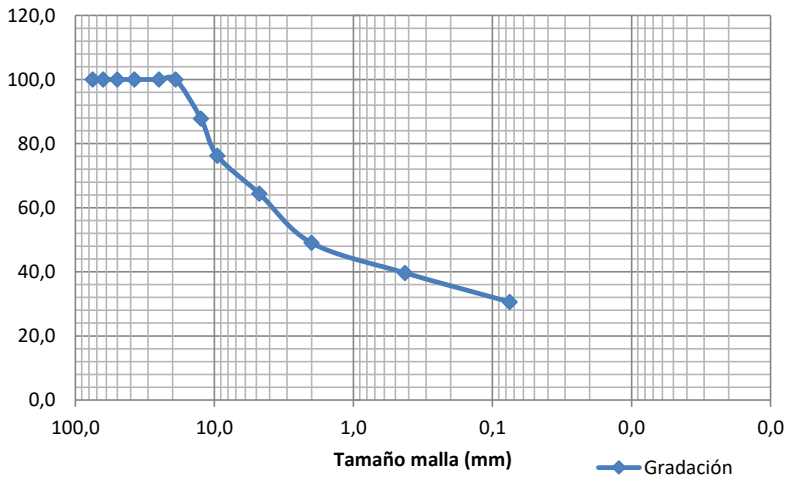
Tara N°	46	87
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,63	26,78
Suelo Seco Tara (gr)	21,63	23,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,83	6,10
Peso suelo seco	15,80	17,38
% Humedad	18,99	18,99
Humedad promedio (%)	**18,99**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**200,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**168,84**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	20,6	12,2	12,2	87,8
3/8"	19,6	11,6	23,8	76,2
4	19,9	11,8	35,6	64,4
10	26,0	15,4	51,0	49,0
40	15,8	9,4	60,4	39,6
200	15,3	9,1	69,4	30,6
Fondo	51,6	30,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



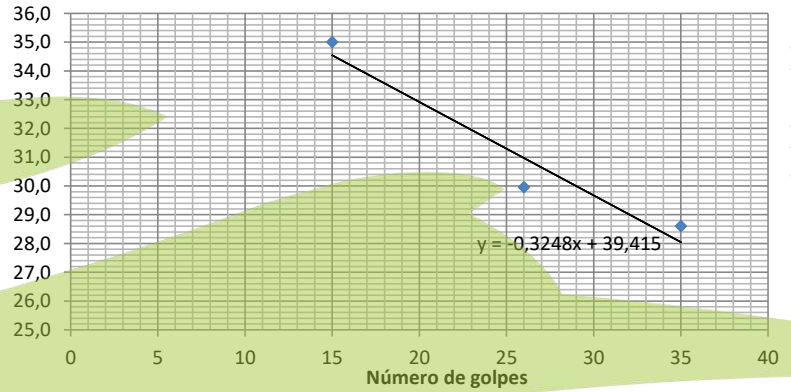
% Pasa Tamiz N°200:	**30,6**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	49	69
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,08	18,44
Suelo Seco Tara (gr)	15,98	16,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,37	5,53
Peso suelo seco	9,61	10,68
% Humedad	21,85	20,88

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	35
Tara N°	89	20	40
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,98	24,10	22,00
Suelo Seco Tara (gr)	18,44	19,90	18,45
Peso del agua (gr)	4,54	4,20	3,55
Tara (gr)	5,46	5,88	6,04
Peso suelo seco	12,98	14,02	12,41
% Humedad	35,00	29,96	28,61



Límite Liquido (%):	31,2
Límite Plástico (%):	21,4
Índice de Plasticidad (%):	9,8

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P6
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	limo arenoso color café claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

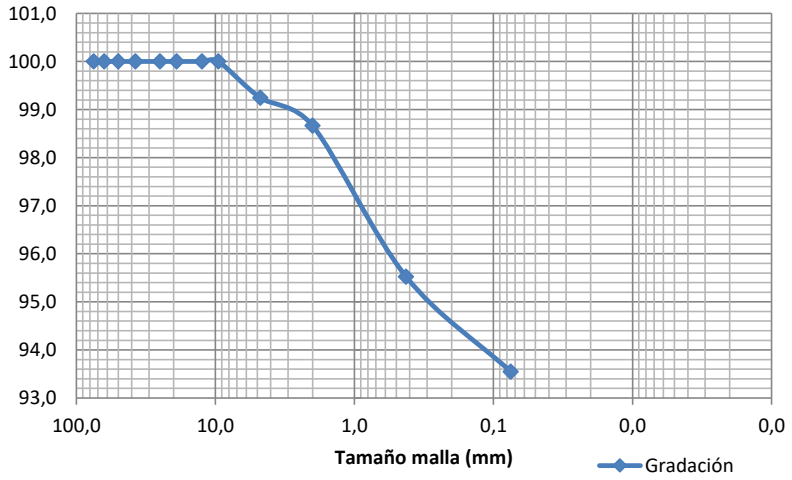
Tara N°	2	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,94	30,12
Suelo Seco Tara (gr)	22,85	23,76
Peso del agua (gr)	6,09	6,36
Tara (gr)	6,22	6,15
Peso suelo seco	16,63	17,61
% Humedad	36,62	36,12
Humedad promedio (%)	**36,37**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**234,60**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**172,03**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,3	0,8	0,8	99,2
10	1,0	0,6	1,3	98,7
40	5,4	3,1	4,5	95,5
200	3,4	2,0	6,5	93,5
Fondo	160,9	93,5	100,0	0,0

Curva Granulométrica



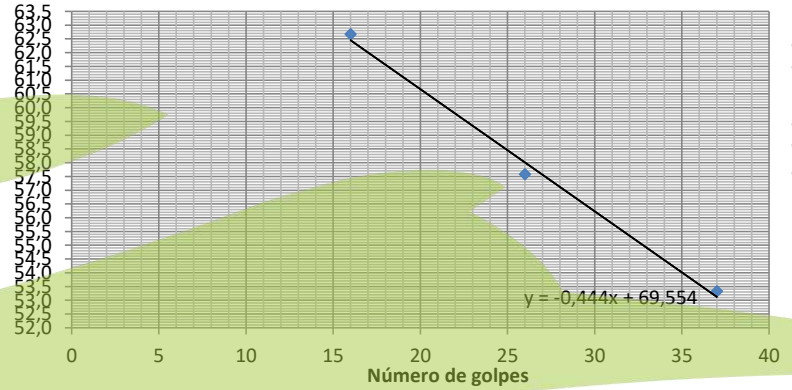
% Pasa Tamiz N°200:	**93,5**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	41
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,24	16,41
Suelo Seco Tara (gr)	13,37	13,53
Peso del agua (gr)	2,87	2,88
Tara (gr)	5,92	6,06
Peso suelo seco	7,45	7,47
% Humedad	38,52	38,55

Límite Líquido			
Número de golpes	16	26	37
Tara N°	133	125	110
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,03	27,14	28,10
Suelo Seco Tara (gr)	17,81	19,47	20,49
Peso del agua (gr)	7,22	7,67	7,61
Tara (gr)	6,29	6,15	6,22
Peso suelo seco	11,52	13,32	14,27
% Humedad	62,67	57,58	53,33



Límite Liquido (%):	57,9
Límite Plástico (%):	38,5
Índice de Plasticidad (%):	19,3

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P6
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M4
Descripción:	Limo arenoso color amarillo	**Profundidad:**	4.00 a 4.45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	10	17
Suelo Húmedo Tara (gr)	34,97	33,60
Suelo Seco Tara (gr)	31,68	29,13
Peso del agua (gr)	3,29	4,47
Tara (gr)	6,00	6,07
Peso suelo seco	25,68	23,06
% Humedad	12,81	19,38
Humedad promedio (%)	**16,10**	

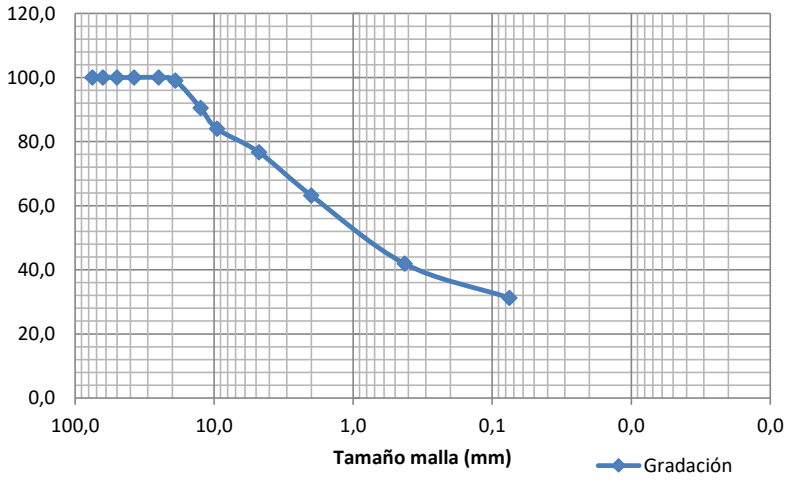
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**186,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**160,55**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,5	0,9	0,9	99,1
1/2"	13,8	8,6	9,5	90,5
3/8"	10,4	6,5	16,0	84,0
4	11,8	7,3	23,4	76,6
10	21,6	13,5	36,8	63,2
40	34,2	21,3	58,1	41,9
200	17,1	10,7	68,8	31,2
Fondo	50,2	31,2	100,0	0,0

% Pasa Tamiz N°200:	**31,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Curva Granulométrica

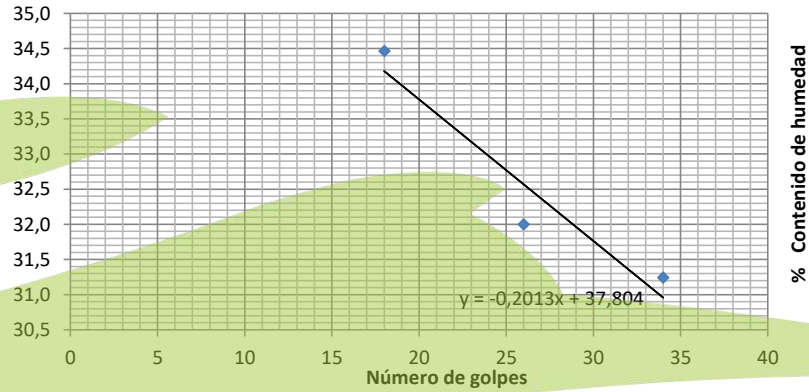


Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	104	108
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,76	18,80
Suelo Seco Tara (gr)	17,17	17,27
Peso del agua (gr)	1,59	1,53
Tara (gr)	5,44	5,95
Peso suelo seco	11,73	11,32
% Humedad	13,55	13,52

Límite Líquido			
Número de golpes	18	26	34
Tara N°	23	26	24
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,81	28,67	26,84
Suelo Seco Tara (gr)	22,22	23,28	21,91
Peso del agua (gr)	5,59	5,39	4,93
Tara (gr)	6,00	6,43	6,13
Peso suelo seco	16,22	16,85	15,78
% Humedad	34,46	32,00	31,24



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	13,5
Índice de Plasticidad (%):	19,0

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P6
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M13
Descripción:	Limo arenoso de color café	**Profundidad:**	13.0m a 13.45 m

Contenido de Humedad Natural

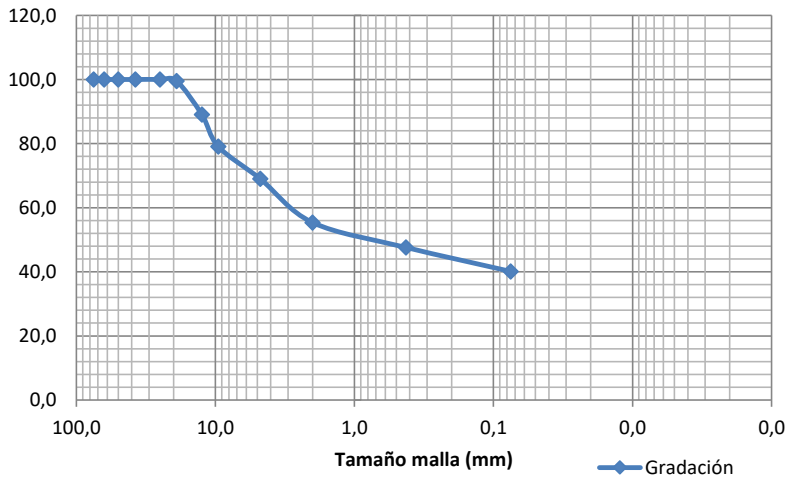
Tara N°	48	89
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,13	27,28
Suelo Seco Tara (gr)	22,13	23,98
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	6,06	5,46
Peso suelo seco	16,07	18,52
% Humedad	18,67	17,82
Humedad promedio (%)	**18,24**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**206,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**174,98**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,8	0,5	0,5	99,5
1/2"	18,4	10,5	11,0	89,0
3/8"	17,4	9,9	20,9	79,1
4	17,7	10,1	31,0	69,0
10	23,8	13,6	44,6	55,4
40	13,6	7,8	52,4	47,6
200	13,1	7,5	59,9	40,1
Fondo	70,2	40,1	100,0	0,0

Curva Granulométrica



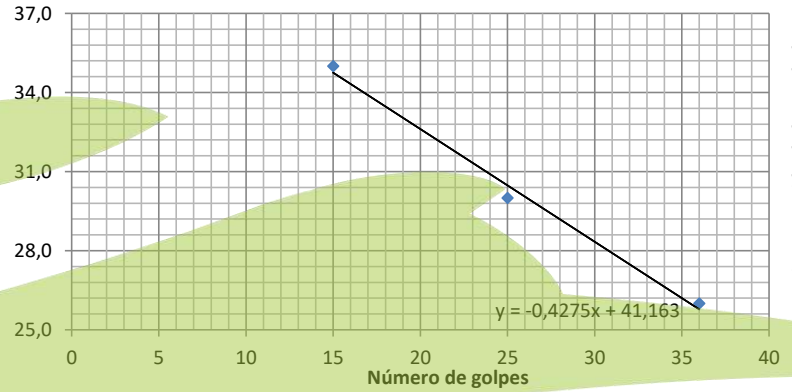
% Pasa Tamiz N°200:	**40,1**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-7**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	33	53
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,39	19,03
Suelo Seco Tara (gr)	16,48	16,90
Peso del agua (gr)	1,91	2,13
Tara (gr)	5,85	5,43
Peso suelo seco	10,63	11,47
% Humedad	18,00	18,60

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	91	22	42
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,78	24,90	23,67
Suelo Seco Tara (gr)	19,20	20,54	20,10
Peso del agua (gr)	4,58	4,36	3,57
Tara (gr)	6,11	6,01	6,36
Peso suelo seco	13,09	14,53	13,74
% Humedad	35,00	30,00	26,00



Límite Liquido (%):	30,3
Límite Plástico (%):	18,3
Índice de Plasticidad (%):	12,0

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P7
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarilloso claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	79	11
Suelo Húmedo Tara (gr)	37,24	35,56
Suelo Seco Tara (gr)	28,58	27,21
Peso del agua (gr)	8,66	8,35
Tara (gr)	6,13	6,40
Peso suelo seco	22,45	20,81
% Humedad	38,57	40,12

Humedad promedio (%) **39,35**

Muestra Analizada

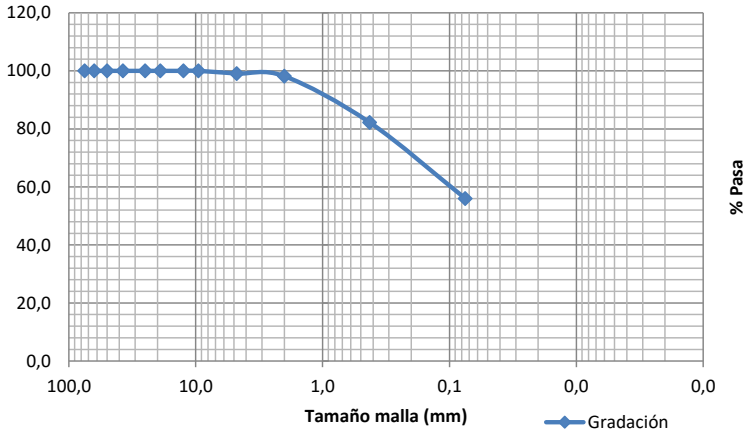
Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**151,10**
Peso Total Muestra Seca (gr)	**108,43**

Tamiz	Peso retenido (gr)	% Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasa
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,0	0,9	0,9	99,1
10	1,0	0,9	1,8	98,2
40	17,3	16,0	17,8	82,2
200	28,4	26,2	44,0	56,0
Fondo	60,7	56,0	100,0	0,0

% Pasa Tamiz N°200: **56,0**
Clasificación USCS: **MH**
Clasificación AASHTO: **A-7-5**

Curva Granulométrica

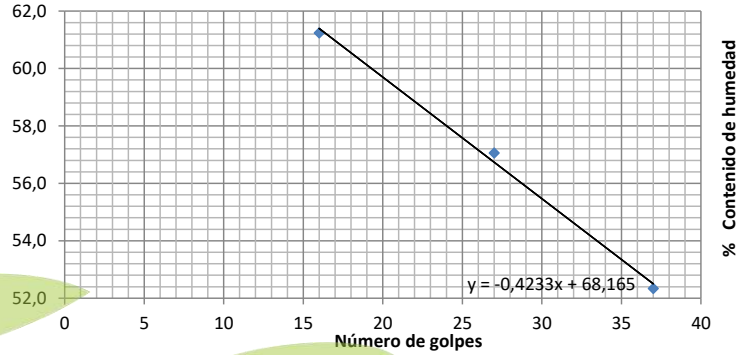


Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	5	32
Suelo Húmedo Tara (gr)	21,99	22,23
Suelo Seco Tara (gr)	18,14	18,21
Peso del agua (gr)	3,85	4,02
Tara (gr)	6,15	5,92
Peso suelo seco	11,99	12,29
% Humedad	32,11	32,71

Límite Líquido			
Número de golpes	16	27	37
Tara N°	89	28	93
Suelo Húmedo Tara (gr)	26,26	27,08	24,12
Suelo Seco Tara (gr)	18,36	19,40	17,96
Peso del agua (gr)	7,90	7,68	6,16
Tara (gr)	5,46	5,94	6,19
Peso suelo seco	12,90	13,46	11,77
% Humedad	61,24	57,06	52,34



Límite Liquido (%): 56,9
Límite Plástico (%): 32,4
Índice de Plasticidad (%): 24,5

Fecha de ejecución: 20/10/2022
Ejecución: Ruben Galeano
Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P7
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M4
Descripción:	Limo Arenoso color café	**Profundidad:**	3,00 a 3,45 m

Contenido de Humedad Natural

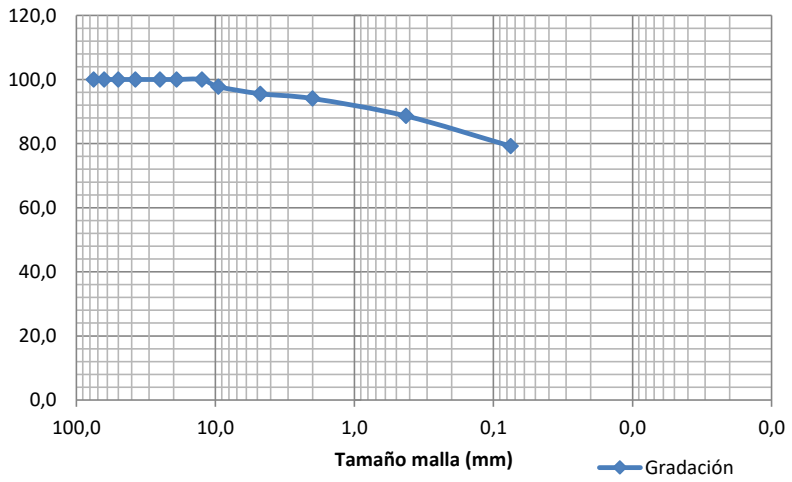
Tara N°	27	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	33,59	35,38
Suelo Seco Tara (gr)	25,82	26,53
Peso del agua (gr)	7,77	8,85
Tara (gr)	5,95	5,79
Peso suelo seco	19,87	20,74
% Humedad	39,10	42,67
Humedad promedio (%)	**40,89**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**272,20**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**193,20**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	4,3	2,2	2,2	97,8
4	4,3	2,2	4,5	95,5
10	2,9	1,5	6,0	94,0
40	10,5	5,4	11,4	88,6
200	18,2	9,4	20,8	79,2
Fondo	153,0	79,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica



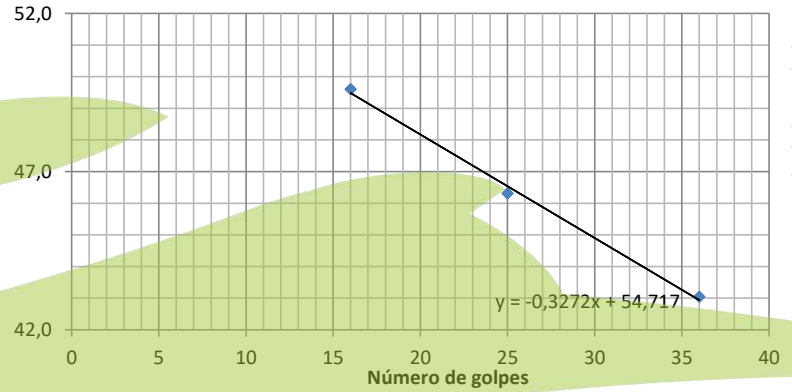
% Pasa Tamiz N°200:	**79,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,78	18,09
Suelo Seco Tara (gr)	14,72	15,01
Peso del agua (gr)	3,06	3,08
Tara (gr)	5,92	6,15
Peso suelo seco	8,80	8,86
% Humedad	34,77	34,76

Límite Líquido			
Número de golpes	16	25	36
Tara N°	89	28	93
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,46	22,59	21,91
Suelo Seco Tara (gr)	18,16	17,32	17,18
Peso del agua (gr)	6,30	5,27	4,73
Tara (gr)	5,46	5,94	6,19
Peso suelo seco	12,70	11,38	10,99
% Humedad	49,61	46,31	43,04



Límite Liquido (%):	46,3
Límite Plástico (%):	34,8
Índice de Plasticidad (%):	11,6

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P7
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M9
Descripción:	matriz Limo arenosa	**Profundidad:**	9,00 a 9.45 m

Contenido de Humedad Natural

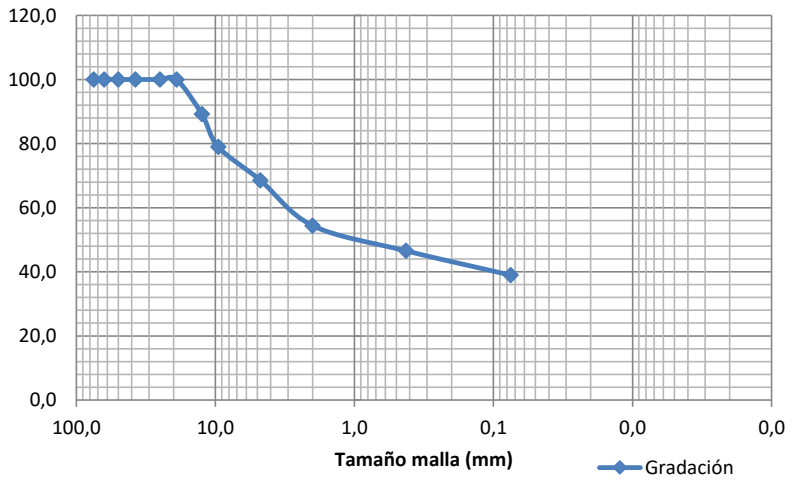
Tara N°	38	79
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,63	24,78
Suelo Seco Tara (gr)	19,63	21,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,23	6,13
Peso suelo seco	14,40	15,35
% Humedad	20,83	21,50
Humedad promedio (%)	**21,17**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**162,50**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	17,6	10,8	10,8	89,2
3/8"	16,6	10,2	21,0	79,0
4	16,9	10,4	31,4	68,6
10	23,0	14,2	45,6	54,4
40	12,8	7,9	53,5	46,5
200	12,3	7,6	61,0	39,0
Fondo	63,3	39,0	100,0	0,0

Curva Granulométrica



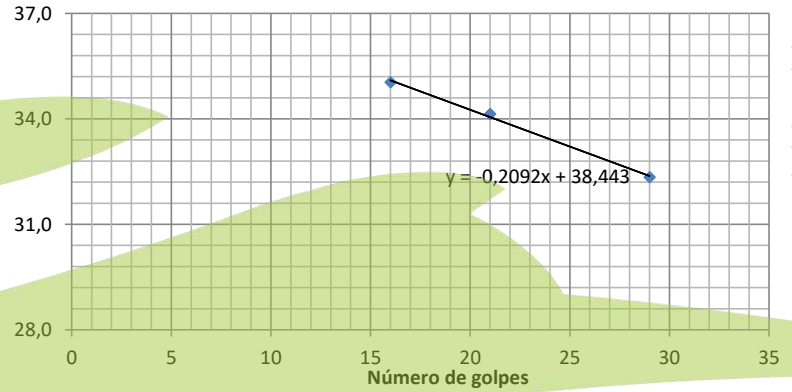
% Pasa Tamiz N°200:	**39,0**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	41	61
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,08	16,44
Suelo Seco Tara (gr)	13,98	14,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,06	6,08
Peso suelo seco	7,92	8,13
% Humedad	26,52	27,43

Límite Líquido			
Número de golpes	16	21	29
Tara N°	81	12	32
Suelo Húmedo Tara (gr)	20,20	22,10	20,16
Suelo Seco Tara (gr)	16,44	17,99	16,68
Peso del agua (gr)	3,76	4,11	3,48
Tara (gr)	5,71	5,95	5,92
Peso suelo seco	10,73	12,04	10,76
% Humedad	35,04	34,14	32,34



Límite Liquido (%):	33,8
Límite Plástico (%):	27,0
Índice de Plasticidad (%):	6,9

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P8
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarillo claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

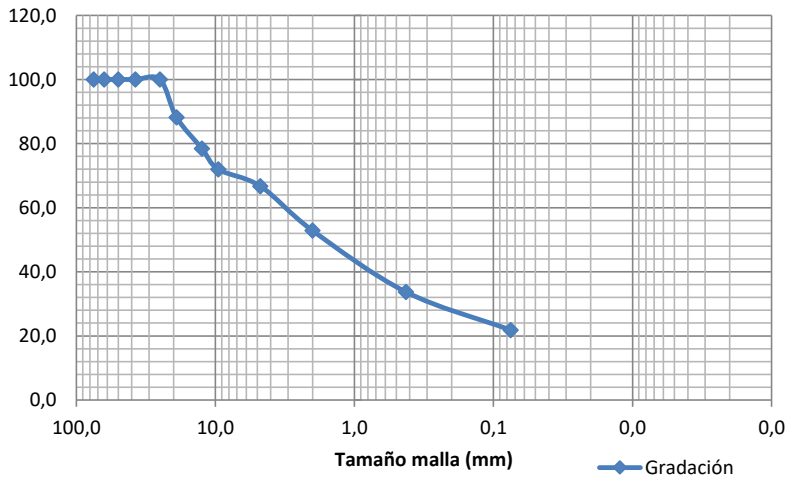
Tara N°	21	23
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,99	30,11
Suelo Seco Tara (gr)	26,45	27,38
Peso del agua (gr)	2,54	2,73
Tara (gr)	5,99	6,00
Peso suelo seco	20,46	21,38
% Humedad	12,41	12,77
Humedad promedio (%)	**12,59**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**179,30**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**159,25**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	18,9	11,9	11,9	88,1
1/2"	15,4	9,7	21,5	78,5
3/8"	10,3	6,5	28,0	72,0
4	8,4	5,3	33,3	66,7
10	22,1	13,9	47,2	52,8
40	30,5	19,2	66,3	33,7
200	18,9	11,9	78,2	21,8
Fondo	34,7	21,8	100,0	0,0

Curva Granulométrica



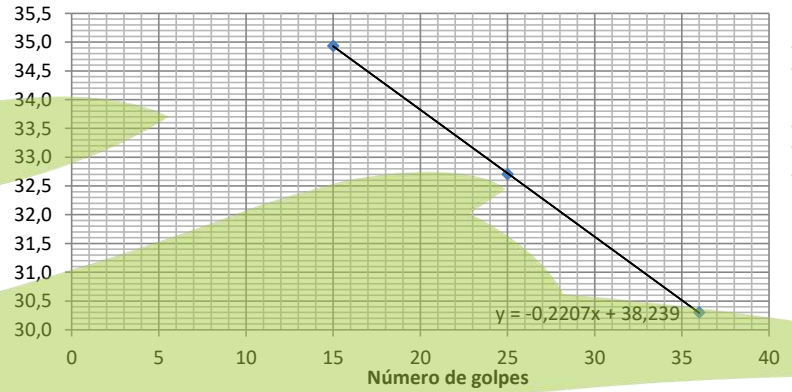
% Pasa Tamiz N°200:	**21,8**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	94	89
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,26	17,50
Suelo Seco Tara (gr)	15,30	15,62
Peso del agua (gr)	1,96	1,88
Tara (gr)	4,64	5,46
Peso suelo seco	10,66	10,16
% Humedad	18,39	18,50

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	81	85	90
Suelo Húmedo Tara (gr)	19,46	20,15	21,31
Suelo Seco Tara (gr)	15,90	16,67	17,78
Peso del agua (gr)	3,56	3,48	3,53
Tara (gr)	5,71	6,03	6,13
Peso suelo seco	10,19	10,64	11,65
% Humedad	34,94	32,71	30,30



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	18,4
Índice de Plasticidad (%):	14,2

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P8
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M8
Descripción:	Matriz Limo arenosa con un porcentaje de bloques menores de 30%	**Profundidad:**	8,00 a 8,45 m

Contenido de Humedad Natural

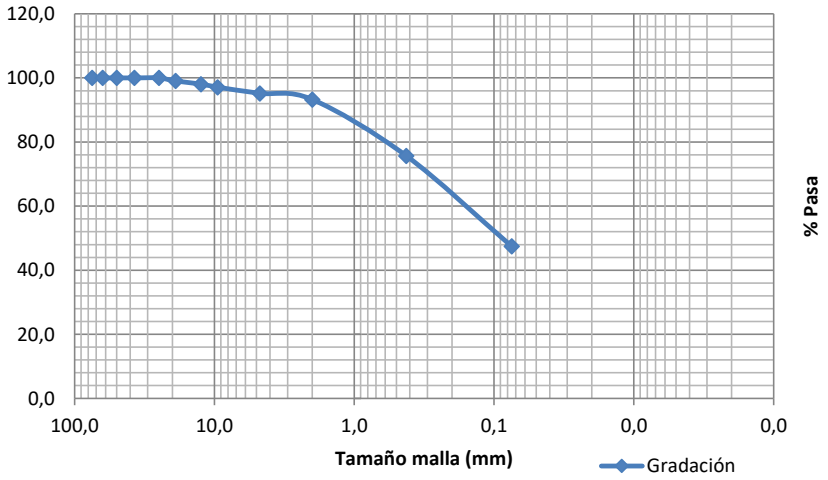
Tara N°	77	9
Suelo Húmedo Tara (gr)	38,24	36,56
Suelo Seco Tara (gr)	29,58	28,21
Peso del agua (gr)	8,66	8,35
Tara (gr)	5,96	6,29
Peso suelo seco	23,62	21,92
% Humedad	36,66	38,09
Humedad promedio (%)	**37,38**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**143,10**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**104,16**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,0	1,0	1,0	99,0
1/2"	1,0	1,0	1,9	98,1
3/8"	1,0	1,0	2,9	97,1
4	2,0	1,9	4,8	95,2
10	2,0	1,9	6,7	93,3
40	18,3	17,6	24,3	75,7
200	29,4	28,2	52,5	47,5
Fondo	49,5	47,5	100,0	0,0

Curva Granulométrica



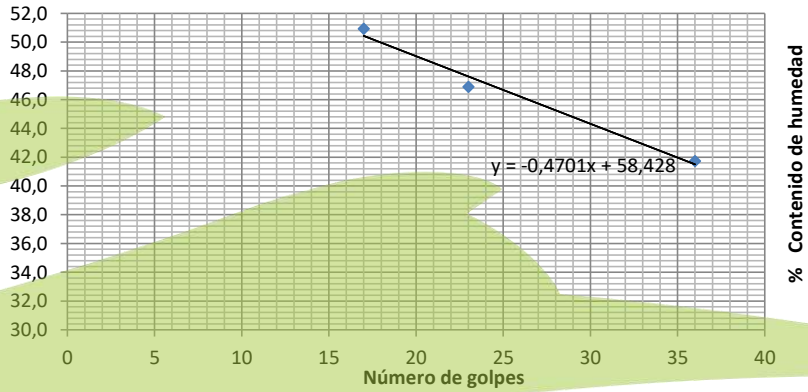
% Pasa Tamiz N°200:	**47,5**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	11	38
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,99	25,23
Suelo Seco Tara (gr)	21,14	21,21
Peso del agua (gr)	3,85	4,02
Tara (gr)	6,40	5,23
Peso suelo seco	14,74	15,98
% Humedad	26,12	25,16

Límite Líquido			
Número de golpes	17	23	36
Tara N°	72	75	73
Suelo Húmedo Tara (gr)	29,26	30,08	27,12
Suelo Seco Tara (gr)	21,36	22,40	20,96
Peso del agua (gr)	7,90	7,68	6,16
Tara (gr)	5,85	6,02	6,20
Peso suelo seco	15,51	16,38	14,76
% Humedad	50,93	46,89	41,73



Límite Liquido (%):	46,5
Límite Plástico (%):	25,6
Índice de Plasticidad (%):	20,9

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P8
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M15
Descripción:	Limo Arenosa color café	**Profundidad:**	15,00 a 15,45 m

Contenido de Humedad Natural

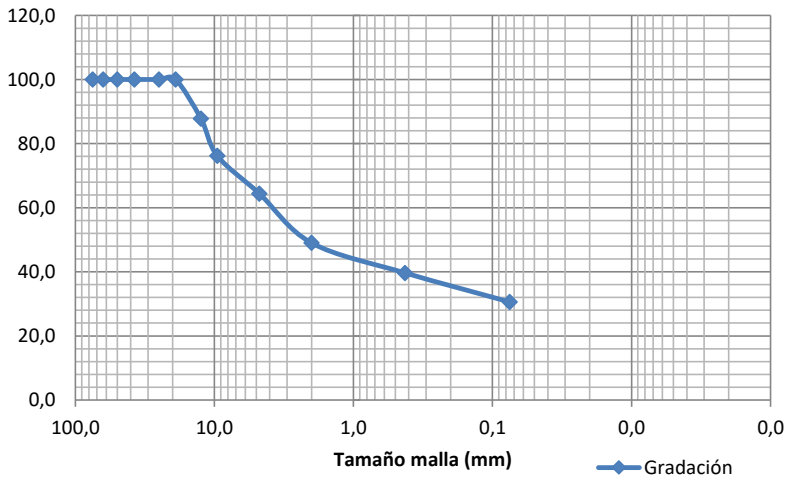
Tara N°	46	87
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,63	26,78
Suelo Seco Tara (gr)	21,63	23,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,83	6,10
Peso suelo seco	15,80	17,38
% Humedad	18,99	18,99
Humedad promedio (%)	**18,99**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**200,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**168,84**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	20,6	12,2	12,2	87,8
3/8"	19,6	11,6	23,8	76,2
4	19,9	11,8	35,6	64,4
10	26,0	15,4	51,0	49,0
40	15,8	9,4	60,4	39,6
200	15,3	9,1	69,4	30,6
Fondo	51,6	30,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



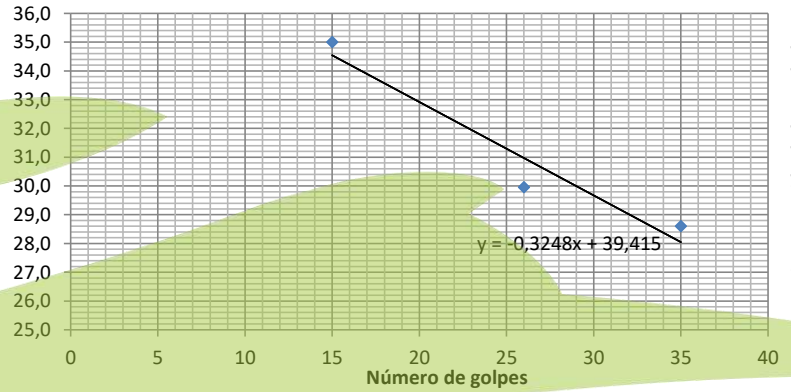
% Pasa Tamiz N°200:	**30,6**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	49	69
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,08	18,44
Suelo Seco Tara (gr)	15,98	16,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,37	5,53
Peso suelo seco	9,61	10,68
% Humedad	21,85	20,88

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	35
Tara N°	89	20	40
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,98	24,10	22,00
Suelo Seco Tara (gr)	18,44	19,90	18,45
Peso del agua (gr)	4,54	4,20	3,55
Tara (gr)	5,46	5,88	6,04
Peso suelo seco	12,98	14,02	12,41
% Humedad	35,00	29,96	28,61



Límite Liquido (%):	31,2
Límite Plástico (%):	21,4
Índice de Plasticidad (%):	9,8

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P9
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	limo arenoso color café claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

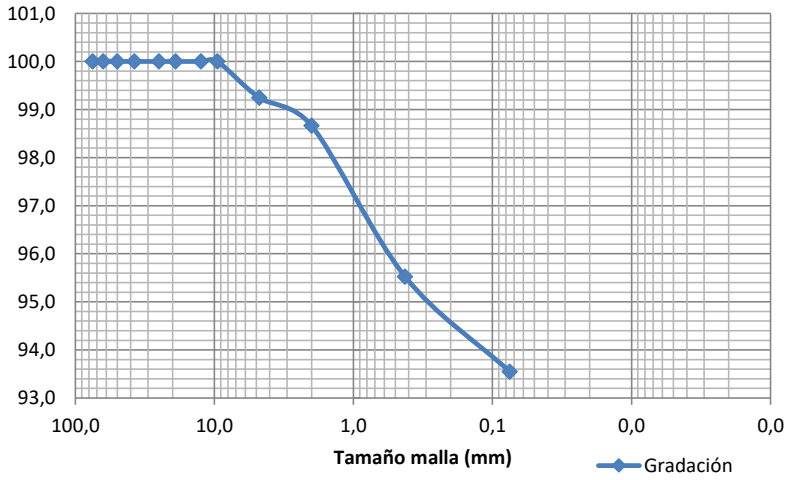
Tara N°	2	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	28,94	30,12
Suelo Seco Tara (gr)	22,85	23,76
Peso del agua (gr)	6,09	6,36
Tara (gr)	6,22	6,15
Peso suelo seco	16,63	17,61
% Humedad	36,62	36,12
Humedad promedio (%)	**36,37**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**234,60**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**172,03**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,3	0,8	0,8	99,2
10	1,0	0,6	1,3	98,7
40	5,4	3,1	4,5	95,5
200	3,4	2,0	6,5	93,5
Fondo	160,9	93,5	100,0	0,0

Curva Granulométrica



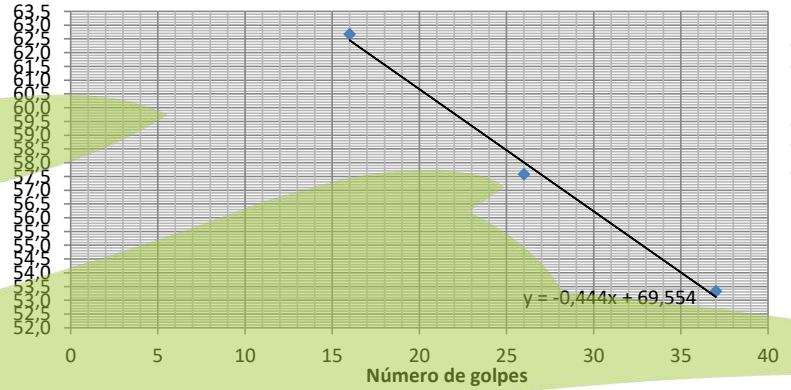
% Pasa Tamiz N°200:	**93,5**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	41
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,24	16,41
Suelo Seco Tara (gr)	13,37	13,53
Peso del agua (gr)	2,87	2,88
Tara (gr)	5,92	6,06
Peso suelo seco	7,45	7,47
% Humedad	38,52	38,55

Límite Líquido			
Número de golpes	16	26	37
Tara N°	133	125	110
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,03	27,14	28,10
Suelo Seco Tara (gr)	17,81	19,47	20,49
Peso del agua (gr)	7,22	7,67	7,61
Tara (gr)	6,29	6,15	6,22
Peso suelo seco	11,52	13,32	14,27
% Humedad	62,67	57,58	53,33



Límite Liquido (%):	57,9
Límite Plástico (%):	38,5
Índice de Plasticidad (%):	19,3

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P9
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M6
Descripción:	Limo arenoso color amarillo	**Profundidad:**	6.00 a 6.45 m

Contenido de Humedad Natural

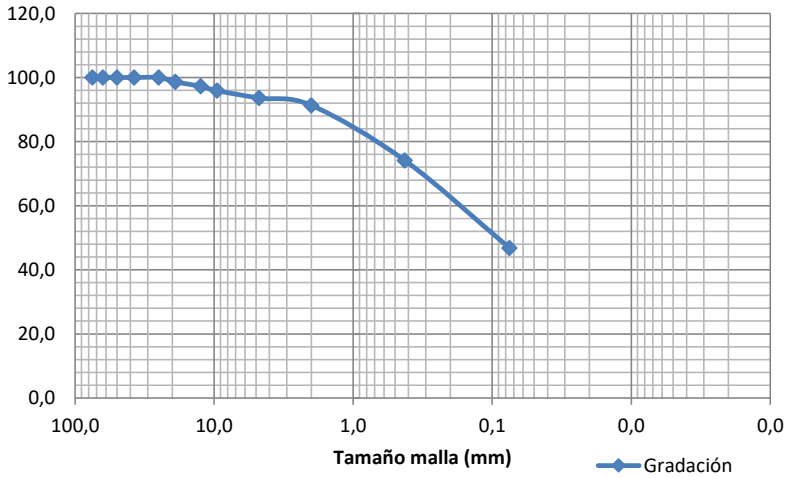
Tara N°	81	13
Suelo Húmedo Tara (gr)	38,74	37,06
Suelo Seco Tara (gr)	30,08	27,21
Peso del agua (gr)	8,66	9,85
Tara (gr)	5,71	5,92
Peso suelo seco	24,37	21,29
% Humedad	35,54	46,27
Humedad promedio (%)	**40,90**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**154,10**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**109,37**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,5	1,4	1,4	98,6
1/2"	1,5	1,4	2,7	97,3
3/8"	1,5	1,4	4,1	95,9
4	2,5	2,3	6,4	93,6
10	2,5	2,3	8,7	91,3
40	18,8	17,2	25,9	74,1
200	29,9	27,3	53,2	46,8
Fondo	51,2	46,8	100,0	0,0

Curva Granulométrica



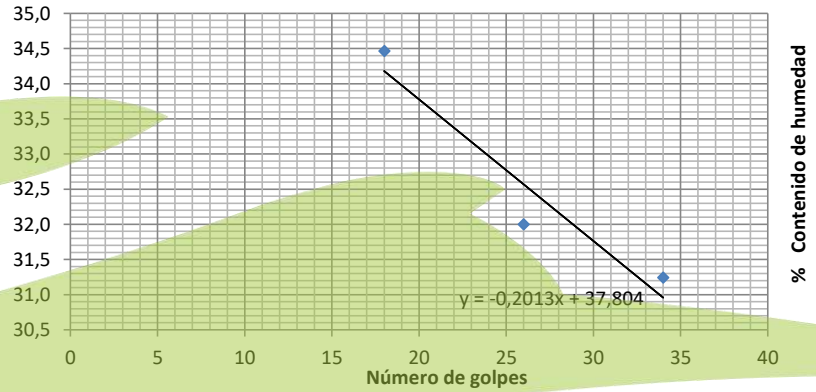
% Pasa Tamiz N°200:	**46,8**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	8	35
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,49	25,73
Suelo Seco Tara (gr)	21,64	21,71
Peso del agua (gr)	3,85	4,02
Tara (gr)	5,83	6,03
Peso suelo seco	15,81	15,68
% Humedad	24,35	25,64

Límite Líquido			
Número de golpes	18	26	34
Tara N°	23	26	24
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,81	28,67	26,84
Suelo Seco Tara (gr)	22,22	23,28	21,91
Peso del agua (gr)	5,59	5,39	4,93
Tara (gr)	6,00	6,43	6,13
Peso suelo seco	16,22	16,85	15,78
% Humedad	34,46	32,00	31,24



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	25,0
Índice de Plasticidad (%):	7,6

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P9
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M13
Descripción:	Limo arenoso de color café	**Profundidad:**	13.0m a 13.45 m

Contenido de Humedad Natural

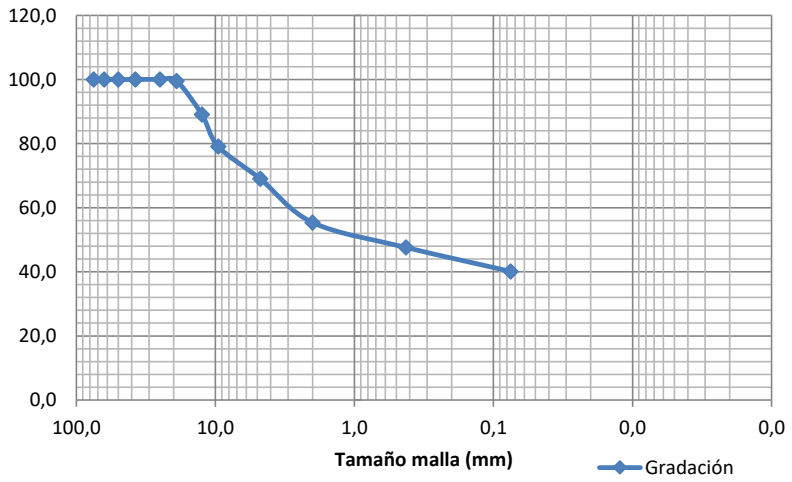
Tara N°	48	89
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,13	27,28
Suelo Seco Tara (gr)	22,13	23,98
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	6,06	5,46
Peso suelo seco	16,07	18,52
% Humedad	18,67	17,82
Humedad promedio (%)	**18,24**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**206,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**174,98**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,8	0,5	0,5	99,5
1/2"	18,4	10,5	11,0	89,0
3/8"	17,4	9,9	20,9	79,1
4	17,7	10,1	31,0	69,0
10	23,8	13,6	44,6	55,4
40	13,6	7,8	52,4	47,6
200	13,1	7,5	59,9	40,1
Fondo	70,2	40,1	100,0	0,0

Curva Granulométrica

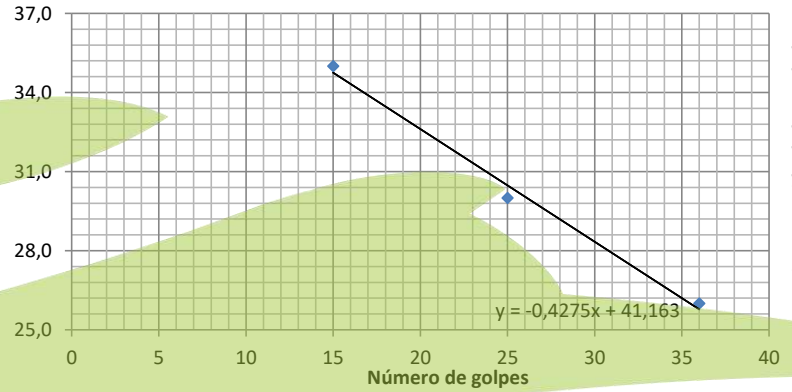


% Pasa Tamiz N°200:	**40,1**		
Clasificación USCS:	**ML**		
Clasificación AASHTO:	**A-2-7**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	33	53
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,39	19,03
Suelo Seco Tara (gr)	16,48	16,90
Peso del agua (gr)	1,91	2,13
Tara (gr)	5,85	5,43
Peso suelo seco	10,63	11,47
% Humedad	18,00	18,60

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	91	22	42
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,78	24,90	23,67
Suelo Seco Tara (gr)	19,20	20,54	20,10
Peso del agua (gr)	4,58	4,36	3,57
Tara (gr)	6,11	6,01	6,36
Peso suelo seco	13,09	14,53	13,74
% Humedad	35,00	30,00	26,00



Límite Liquido (%):	30,3
Límite Plástico (%):	18,3
Índice de Plasticidad (%):	12,0

Fecha de ejecución: **20/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P10
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarilloso	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	56	63
Suelo Húmedo Tara (gr)	43,23	45,60
Suelo Seco Tara (gr)	32,50	34,10
Peso del agua (gr)	10,73	11,50
Tara (gr)	6,36	5,81
Peso suelo seco	26,14	28,29
% Humedad	41,05	40,65

Humedad promedio (%) **40,85**

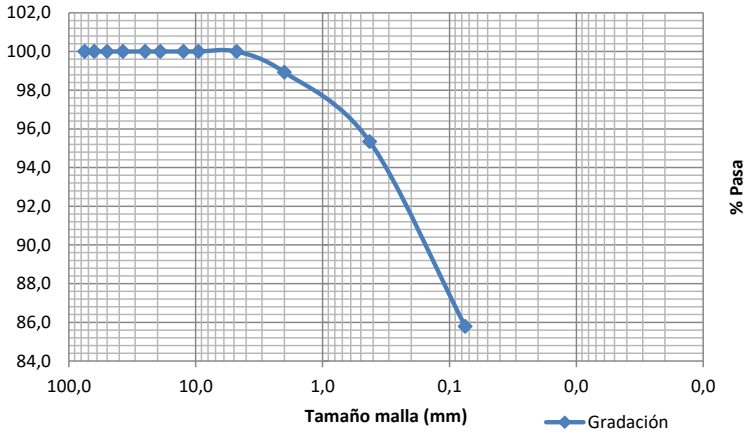
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**184,30**
Peso Total Muestra Seca (gr)	**130,85**

Tamiz	Peso retenido (gr)	% Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasa
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	0,0	0,0	0,0	100,0
10	1,4	1,1	1,1	98,9
40	4,7	3,6	4,7	95,3
200	12,5	9,6	14,2	85,8
Fondo	112,2	85,8	100,0	0,0

Curva Granulométrica



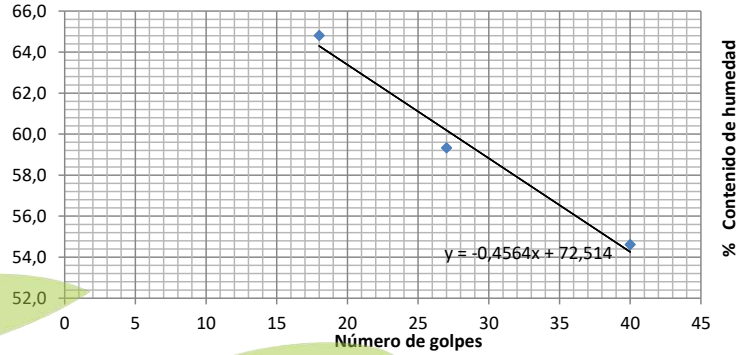
% Pasa Tamiz N°200:	**85,8**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	39	69
Suelo Húmedo Tara (gr)	15,69	15,77
Suelo Seco Tara (gr)	12,88	12,66
Peso del agua (gr)	2,81	3,11
Tara (gr)	6,40	5,53
Peso suelo seco	6,48	7,13
% Humedad	43,36	43,62

Límite Líquido			
Número de golpes	18	27	40
Tara N°	61	45	62
Suelo Húmedo Tara (gr)	21,16	26,02	23,33
Suelo Seco Tara (gr)	15,23	18,80	17,23
Peso del agua (gr)	5,93	7,22	6,10
Tara (gr)	6,08	6,63	6,06
Peso suelo seco	9,15	12,17	11,17
% Humedad	64,81	59,33	54,61



Límite Liquido (%):	59,6
Límite Plástico (%):	43,5
Índice de Plasticidad (%):	16,1

Fecha de ejecución: 28/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P10
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M4
Descripción:	Limo Arenoso color café	**Profundidad:**	4,00 a 4,45 m

Contenido de Humedad Natural

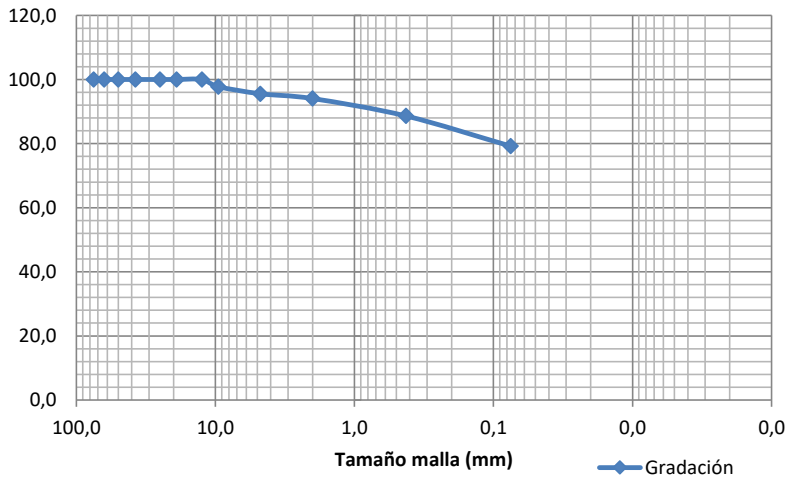
Tara N°	27	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	33,59	35,38
Suelo Seco Tara (gr)	25,82	26,53
Peso del agua (gr)	7,77	8,85
Tara (gr)	5,95	5,79
Peso suelo seco	19,87	20,74
% Humedad	39,10	42,67
Humedad promedio (%)	**40,89**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**272,20**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**193,20**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	4,3	2,2	2,2	97,8
4	4,3	2,2	4,5	95,5
10	2,9	1,5	6,0	94,0
40	10,5	5,4	11,4	88,6
200	18,2	9,4	20,8	79,2
Fondo	153,0	79,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica



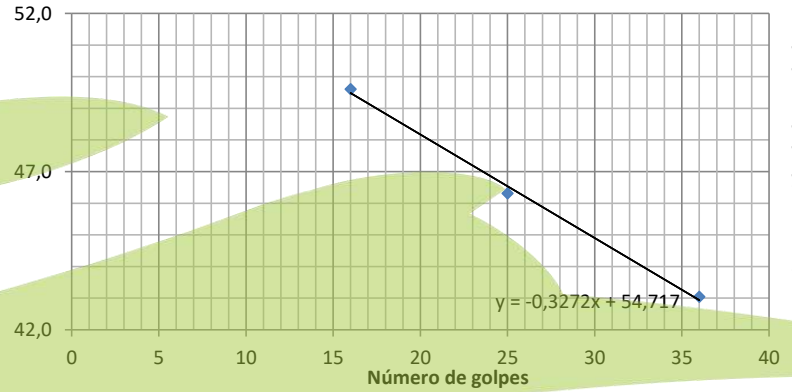
% Pasa Tamiz N°200:	**79,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,78	18,09
Suelo Seco Tara (gr)	14,72	15,01
Peso del agua (gr)	3,06	3,08
Tara (gr)	5,92	6,15
Peso suelo seco	8,80	8,86
% Humedad	34,77	34,76

Límite Líquido			
Número de golpes	16	25	36
Tara N°	89	28	93
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,46	22,59	21,91
Suelo Seco Tara (gr)	18,16	17,32	17,18
Peso del agua (gr)	6,30	5,27	4,73
Tara (gr)	5,46	5,94	6,19
Peso suelo seco	12,70	11,38	10,99
% Humedad	49,61	46,31	43,04



Límite Liquido (%):	46,3
Límite Plástico (%):	34,8
Índice de Plasticidad (%):	11,6

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P10
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M10
Descripción:	matriz Limo arenosa	**Profundidad:**	10,00 a 10.45 m

Contenido de Humedad Natural

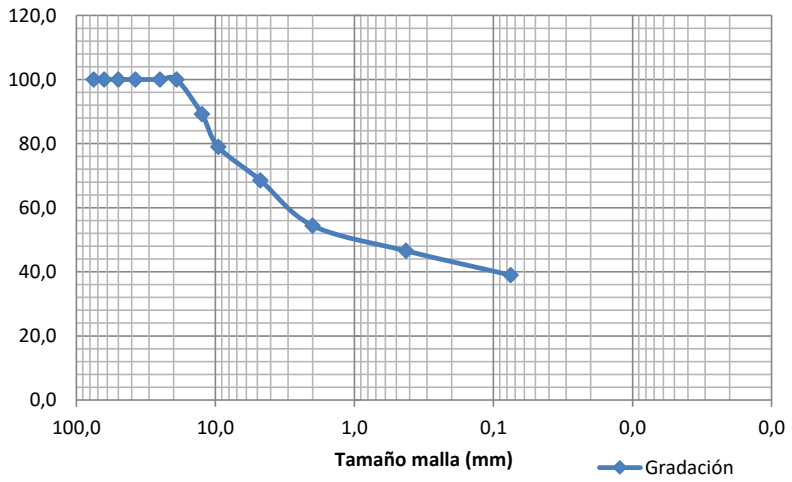
Tara N°	38	79
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,63	24,78
Suelo Seco Tara (gr)	19,63	21,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,23	6,13
Peso suelo seco	14,40	15,35
% Humedad	20,83	21,50
Humedad promedio (%)	**21,17**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**162,50**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	17,6	10,8	10,8	89,2
3/8"	16,6	10,2	21,0	79,0
4	16,9	10,4	31,4	68,6
10	23,0	14,2	45,6	54,4
40	12,8	7,9	53,5	46,5
200	12,3	7,6	61,0	39,0
Fondo	63,3	39,0	100,0	0,0

Curva Granulométrica

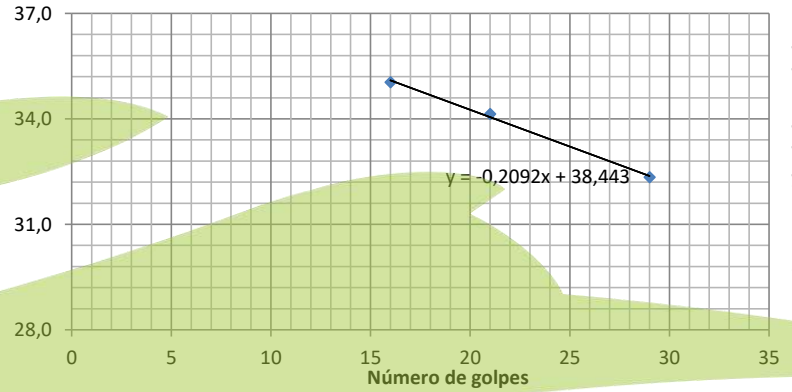


% Pasa Tamiz N°200:	**39,0**		
Clasificación USCS:	**ML**		
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	41	61
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,08	16,44
Suelo Seco Tara (gr)	13,98	14,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,06	6,08
Peso suelo seco	7,92	8,13
% Humedad	26,52	27,43

Límite Líquido			
Número de golpes	16	21	29
Tara N°	81	12	32
Suelo Húmedo Tara (gr)	20,20	22,10	20,16
Suelo Seco Tara (gr)	16,44	17,99	16,68
Peso del agua (gr)	3,76	4,11	3,48
Tara (gr)	5,71	5,95	5,92
Peso suelo seco	10,73	12,04	10,76
% Humedad	35,04	34,14	32,34



Límite Liquido (%):	33,8
Límite Plástico (%):	27,0
Índice de Plasticidad (%):	6,9

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P11
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarillo	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

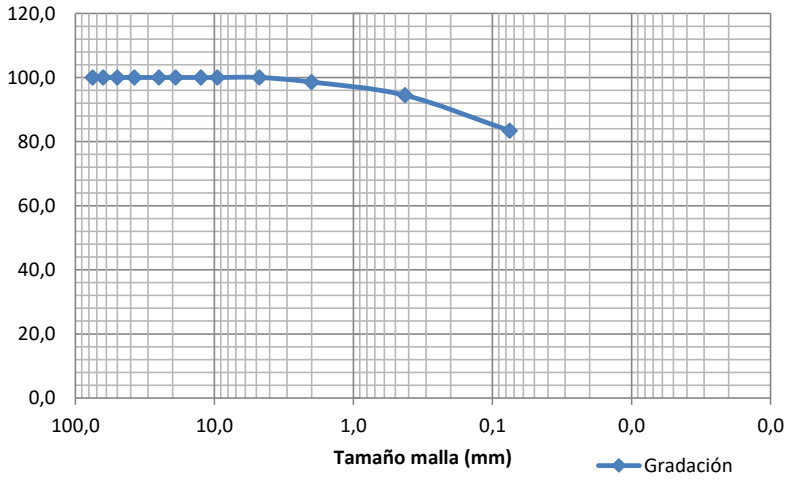
Tara N°	34	67
Suelo Húmedo Tara (gr)	38,99	40,15
Suelo Seco Tara (gr)	28,78	29,79
Peso del agua (gr)	10,21	10,36
Tara (gr)	5,95	6,42
Peso suelo seco	22,83	23,37
% Humedad	44,72	44,33
Humedad promedio (%)	**44,53**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**192,50**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**133,19**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	0,0	0,0	0,0	100,0
10	1,9	1,4	1,4	98,6
40	5,5	4,1	5,6	94,4
200	14,7	11,0	16,6	83,4
Fondo	111,1	83,4	100,0	0,0

Curva Granulométrica

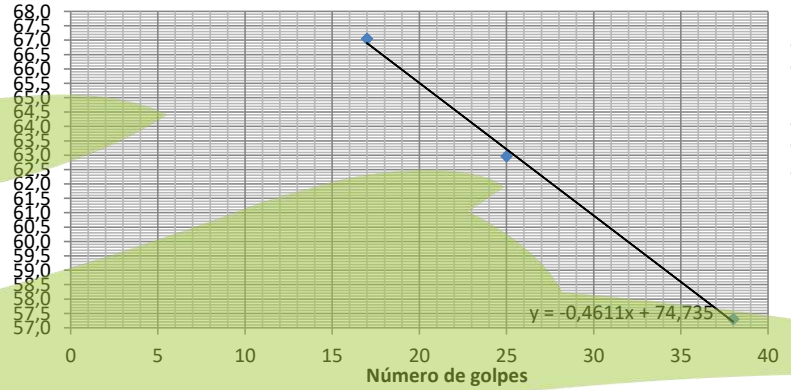


% Pasa Tamiz N°200:	**83,4**		
Clasificación USCS:	**MH**		
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	18	16
Suelo Húmedo Tara (gr)	14,80	14,58
Suelo Seco Tara (gr)	12,35	12,13
Peso del agua (gr)	2,45	2,45
Tara (gr)	6,14	5,96
Peso suelo seco	6,21	6,17
% Humedad	39,45	39,71

Límite Líquido			
Número de golpes	17	25	38
Tara N°	44	47	41
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,12	28,09	25,55
Suelo Seco Tara (gr)	17,04	19,64	18,45
Peso del agua (gr)	7,08	8,45	7,10
Tara (gr)	6,48	6,22	6,06
Peso suelo seco	10,56	13,42	12,39
% Humedad	67,05	62,97	57,30



Límite Liquido (%):	62,4
Límite Plástico (%):	39,6
Índice de Plasticidad (%):	22,9

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P11
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M5
Descripción:	Matriz Limo arenosa con un porcentaje de bloques menores de 30%	**Profundidad:**	5,00 a 5,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	54	61
Suelo Húmedo Tara (gr)	44,23	46,60
Suelo Seco Tara (gr)	33,50	35,10
Peso del agua (gr)	10,73	11,50
Tara (gr)	5,79	6,08
Peso suelo seco	27,71	29,02
% Humedad	38,72	39,63
Humedad promedio (%)	**39,18**	

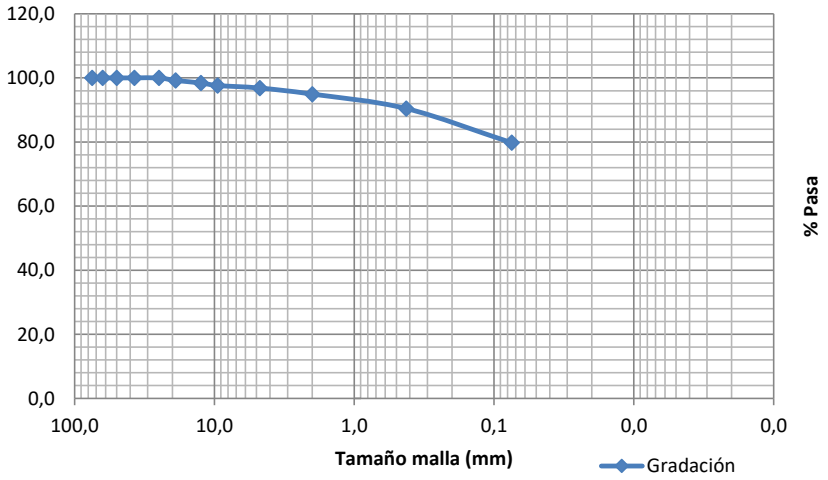
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**176,30**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**126,67**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,0	0,8	0,8	99,2
1/2"	1,0	0,8	1,6	98,4
3/8"	1,0	0,8	2,4	97,6
4	1,0	0,8	3,2	96,8
10	2,4	1,9	5,1	94,9
40	5,7	4,5	9,6	90,4
200	13,5	10,7	20,2	79,8
Fondo	101,1	79,8	100,0	0,0

% Pasa Tamiz N°200: **79,8**
Clasificación USCS: **ML**
Clasificación AASHTO: **A-2-4**

Curva Granulométrica

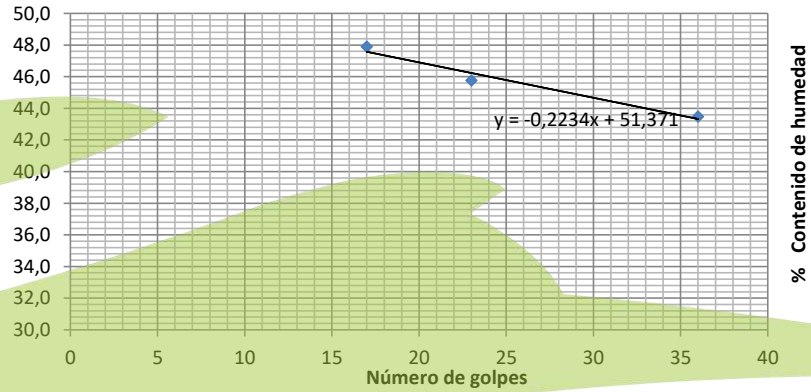


Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	45	75
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,69	18,77
Suelo Seco Tara (gr)	15,88	15,66
Peso del agua (gr)	2,81	3,11
Tara (gr)	6,63	6,02
Peso suelo seco	9,25	9,64
% Humedad	30,38	32,26

Límite Líquido			
Número de golpes	17	23	36
Tara N°	72	75	73
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,16	29,02	26,33
Suelo Seco Tara (gr)	18,23	21,80	20,23
Peso del agua (gr)	5,93	7,22	6,10
Tara (gr)	5,85	6,02	6,20
Peso suelo seco	12,38	15,78	14,03
% Humedad	47,90	45,75	43,48



Límite Liquido (%):	45,7
Límite Plástico (%):	31,3
Índice de Plasticidad (%):	14,4

Fecha de ejecución: **28/10/2022**
Ejecución: Ruben Galeano
Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P11
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M15
Descripción:	Limo Arenosa color café	**Profundidad:**	15,00 a 15,45 m

Contenido de Humedad Natural

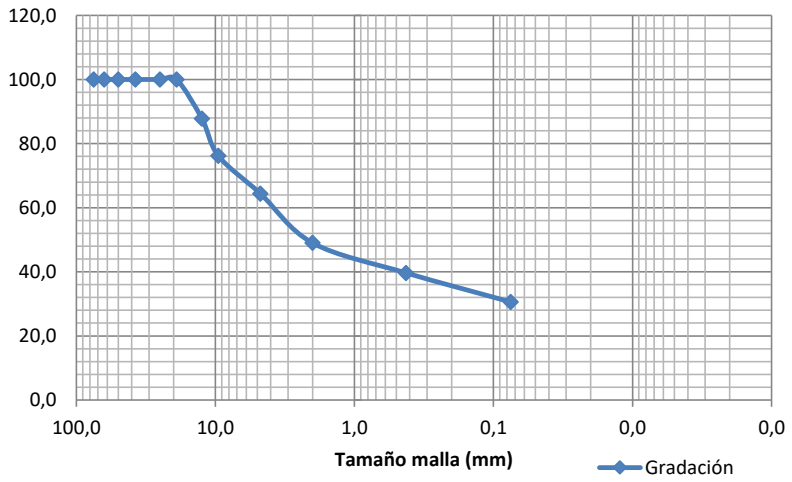
Tara N°	46	87
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,63	26,78
Suelo Seco Tara (gr)	21,63	23,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,83	6,10
Peso suelo seco	15,80	17,38
% Humedad	18,99	18,99
Humedad promedio (%)	**18,99**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**200,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**168,84**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	20,6	12,2	12,2	87,8
3/8"	19,6	11,6	23,8	76,2
4	19,9	11,8	35,6	64,4
10	26,0	15,4	51,0	49,0
40	15,8	9,4	60,4	39,6
200	15,3	9,1	69,4	30,6
Fondo	51,6	30,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



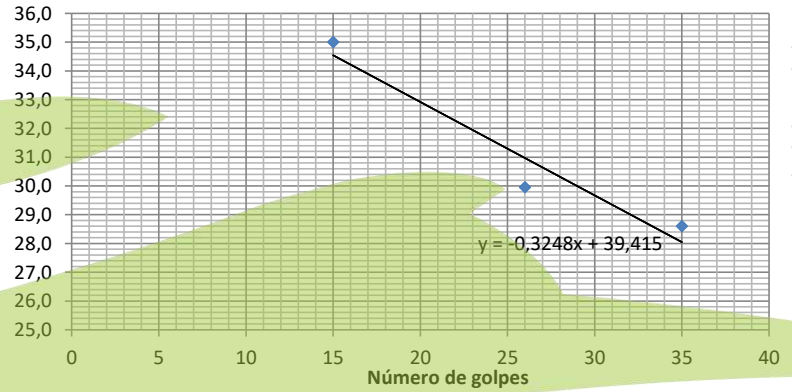
% Pasa Tamiz N°200:	**30,6**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	49	69
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,08	18,44
Suelo Seco Tara (gr)	15,98	16,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,37	5,53
Peso suelo seco	9,61	10,68
% Humedad	21,85	20,88

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	35
Tara N°	89	20	40
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,98	24,10	22,00
Suelo Seco Tara (gr)	18,44	19,90	18,45
Peso del agua (gr)	4,54	4,20	3,55
Tara (gr)	5,46	5,88	6,04
Peso suelo seco	12,98	14,02	12,41
% Humedad	35,00	29,96	28,61



Límite Liquido (%):	31,2
Límite Plástico (%):	21,4
Índice de Plasticidad (%):	9,8

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	limo arenoso color café rojizo	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

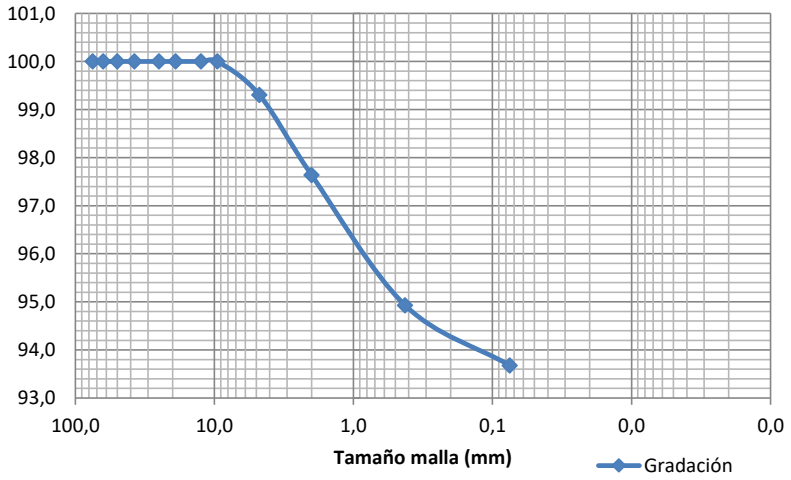
Tara N°	8	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	40,89	41,06
Suelo Seco Tara (gr)	29,30	29,32
Peso del agua (gr)	11,59	11,74
Tara (gr)	5,83	5,79
Peso suelo seco	23,47	23,53
% Humedad	49,38	49,89
Humedad promedio (%)	**49,64**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**215,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**143,95**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,0	0,7	0,7	99,3
10	2,4	1,7	2,4	97,6
40	3,9	2,7	5,1	94,9
200	1,8	1,3	6,3	93,7
Fondo	134,8	93,7	100,0	0,0

Curva Granulométrica



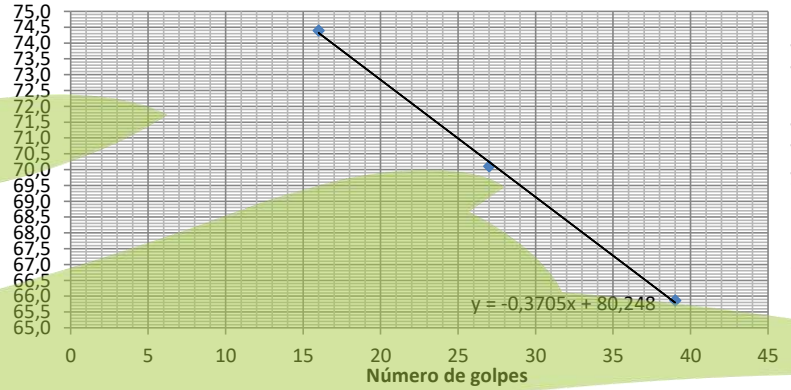
% Pasa Tamiz N°200:	**93,7**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	75	92
Suelo Húmedo Tara (gr)	14,41	14,40
Suelo Seco Tara (gr)	11,84	11,82
Peso del agua (gr)	2,57	2,58
Tara (gr)	6,02	5,99
Peso suelo seco	5,82	5,83
% Humedad	44,16	44,25

Límite Líquido			
Número de golpes	16	27	39
Tara N°	121	109	108
Suelo Húmedo Tara (gr)	30,59	28,71	25,24
Suelo Seco Tara (gr)	20,19	19,33	17,58
Peso del agua (gr)	10,40	9,38	7,66
Tara (gr)	6,21	5,95	5,95
Peso suelo seco	13,98	13,38	11,63
% Humedad	74,39	70,10	65,86



Límite Liquido (%):	70,1
Límite Plástico (%):	44,2
Índice de Plasticidad (%):	25,9

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M6
Descripción:	Limo arenoso color amarillo	**Profundidad:**	6.00 a 6.45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	58	65
Suelo Húmedo Tara (gr)	44,73	47,10
Suelo Seco Tara (gr)	34,00	34,10
Peso del agua (gr)	10,73	13,00
Tara (gr)	6,39	6,30
Peso suelo seco	27,61	27,80
% Humedad	38,86	46,76
Humedad promedio (%)	**42,81**	

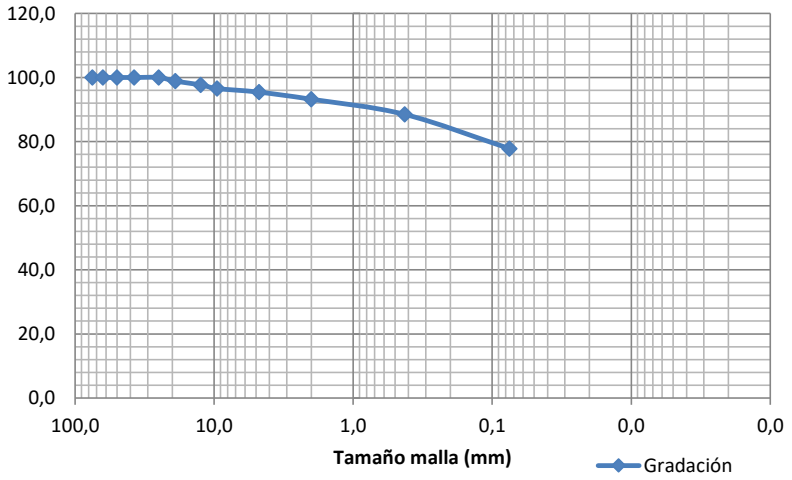
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**187,30**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**131,15**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,5	1,1	1,1	98,9
1/2"	1,5	1,1	2,3	97,7
3/8"	1,5	1,1	3,4	96,6
4	1,5	1,1	4,6	95,4
10	2,9	2,2	6,8	93,2
40	6,2	4,7	11,5	88,5
200	14,0	10,7	22,2	77,8
Fondo	102,1	77,8	100,0	0,0

% Pasa Tamiz N°200:	**77,8**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Curva Granulométrica

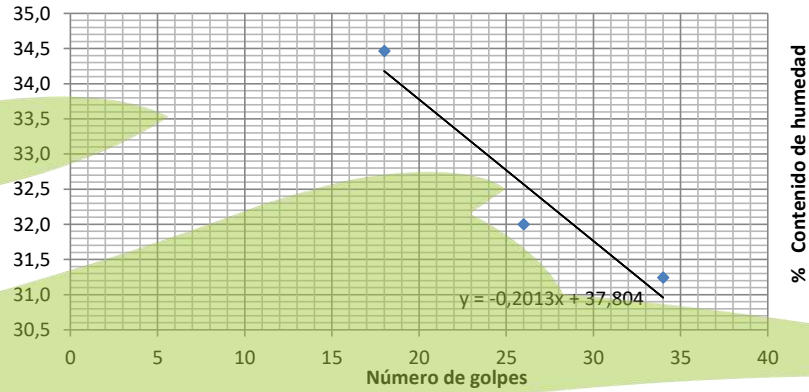


Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	42	72
Suelo Húmedo Tara (gr)	19,19	19,27
Suelo Seco Tara (gr)	16,38	16,16
Peso del agua (gr)	2,81	3,11
Tara (gr)	6,36	5,85
Peso suelo seco	10,02	10,31
% Humedad	28,04	30,16

Límite Líquido			
Número de golpes	18	26	34
Tara N°	23	26	24
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,81	28,67	26,84
Suelo Seco Tara (gr)	22,22	23,28	21,91
Peso del agua (gr)	5,59	5,39	4,93
Tara (gr)	6,00	6,43	6,13
Peso suelo seco	16,22	16,85	15,78
% Humedad	34,46	32,00	31,24



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	29,1
Índice de Plasticidad (%):	3,5

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	PROYECTO DE 6 TORRES DE 5 NIVELES	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M14
Descripción:	Limo arenoso de color café	**Profundidad:**	14.0m a 14.45 m

Contenido de Humedad Natural

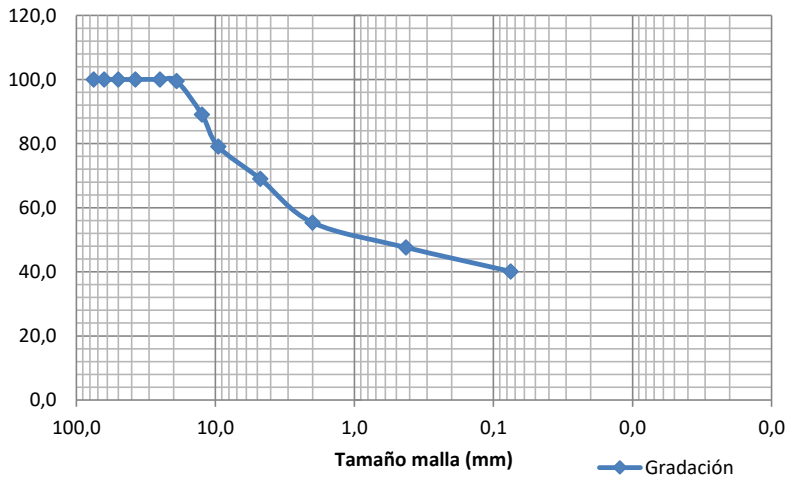
Tara N°	48	89
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,13	27,28
Suelo Seco Tara (gr)	22,13	23,98
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	6,06	5,46
Peso suelo seco	16,07	18,52
% Humedad	18,67	17,82
Humedad promedio (%)	**18,24**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**206,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**174,98**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,8	0,5	0,5	99,5
1/2"	18,4	10,5	11,0	89,0
3/8"	17,4	9,9	20,9	79,1
4	17,7	10,1	31,0	69,0
10	23,8	13,6	44,6	55,4
40	13,6	7,8	52,4	47,6
200	13,1	7,5	59,9	40,1
Fondo	70,2	40,1	100,0	0,0

Curva Granulométrica



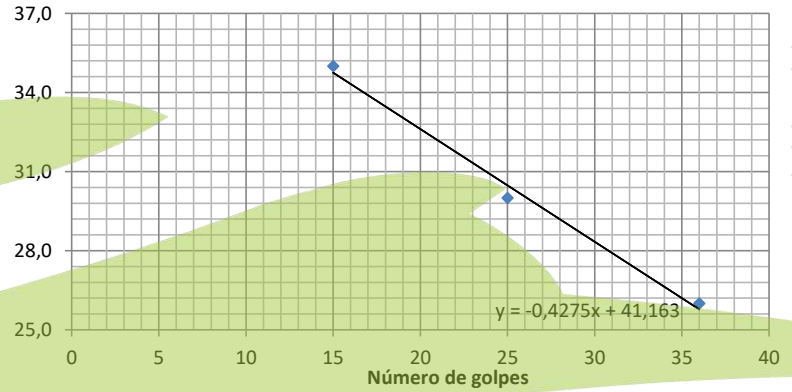
% Pasa Tamiz N°200:	**40,1**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-7**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	33	53
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,39	19,03
Suelo Seco Tara (gr)	16,48	16,90
Peso del agua (gr)	1,91	2,13
Tara (gr)	5,85	5,43
Peso suelo seco	10,63	11,47
% Humedad	18,00	18,60

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	91	22	42
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,78	24,90	23,67
Suelo Seco Tara (gr)	19,20	20,54	20,10
Peso del agua (gr)	4,58	4,36	3,57
Tara (gr)	6,11	6,01	6,36
Peso suelo seco	13,09	14,53	13,74
% Humedad	35,00	30,00	26,00



Límite Liquido (%):	30,3
Límite Plástico (%):	18,3
Índice de Plasticidad (%):	12,0

Fecha de ejecución: **28/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P13
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarilloso con mota blancas	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	131	111
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,02	34,59
Suelo Seco Tara (gr)	16,89	24,36
Peso del agua (gr)	6,13	10,23
Tara (gr)	5,98	6,29
Peso suelo seco	10,91	18,07
% Humedad	56,19	56,61

Humedad promedio (%) **56,40**

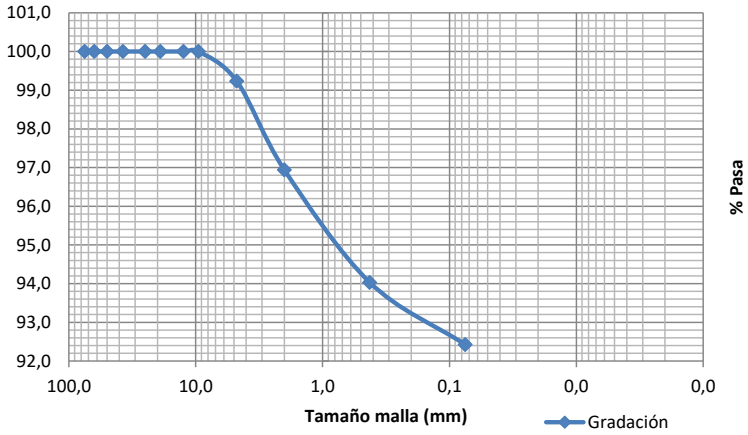
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**204,40**
Peso Total Muestra Seca (gr)	**130,69**

Tamiz	Peso retenido (gr)	% Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasa
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,0	0,8	0,8	99,2
10	3,0	2,3	3,1	96,9
40	3,8	2,9	6,0	94,0
200	2,1	1,6	7,6	92,4
Fondo	120,8	92,4	100,0	0,0

Curva Granulométrica



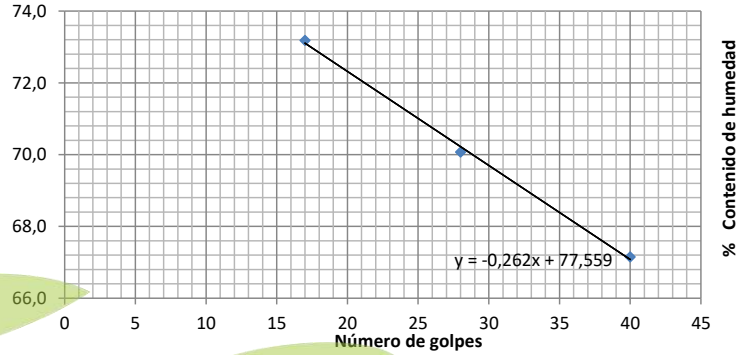
% Pasa Tamiz N°200:	**92,4**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	120	126
Suelo Húmedo Tara (gr)	14,43	14,48
Suelo Seco Tara (gr)	11,81	11,87
Peso del agua (gr)	2,62	2,61
Tara (gr)	6,01	6,12
Peso suelo seco	5,80	5,75
% Humedad	45,17	45,39

Límite Líquido			
Número de golpes	17	28	40
Tara N°	21	24	132
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,33	24,43	23,64
Suelo Seco Tara (gr)	16,58	16,89	16,69
Peso del agua (gr)	7,75	7,54	6,95
Tara (gr)	5,99	6,13	6,34
Peso suelo seco	10,59	10,76	10,35
% Humedad	73,18	70,07	67,15



Límite Liquido (%):	70,1
Límite Plástico (%):	45,3
Índice de Plasticidad (%):	24,9

Fecha de ejecución: 26/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P13
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M4
Descripción:	Limo Arenoso color café	**Profundidad:**	4,00 a 4,45 m

Contenido de Humedad Natural

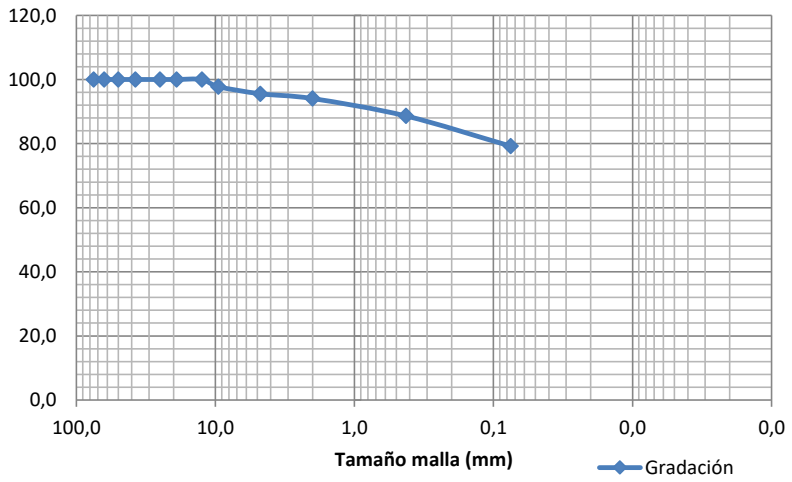
Tara N°	27	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	33,59	35,38
Suelo Seco Tara (gr)	25,82	26,53
Peso del agua (gr)	7,77	8,85
Tara (gr)	5,95	5,79
Peso suelo seco	19,87	20,74
% Humedad	39,10	42,67
Humedad promedio (%)	**40,89**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**272,20**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**193,20**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	4,3	2,2	2,2	97,8
4	4,3	2,2	4,5	95,5
10	2,9	1,5	6,0	94,0
40	10,5	5,4	11,4	88,6
200	18,2	9,4	20,8	79,2
Fondo	153,0	79,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica



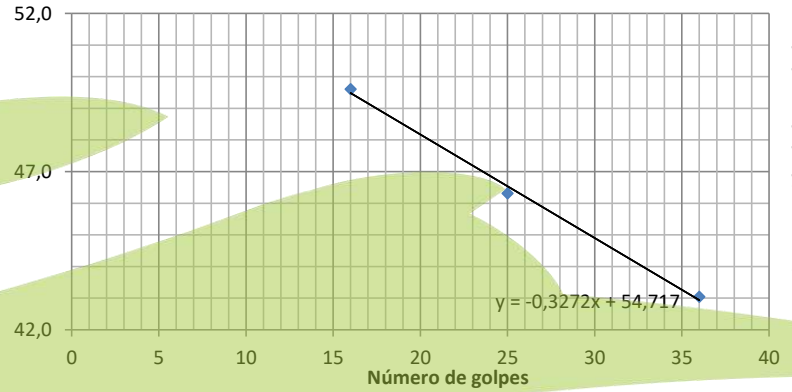
% Pasa Tamiz N°200:	**79,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,78	18,09
Suelo Seco Tara (gr)	14,72	15,01
Peso del agua (gr)	3,06	3,08
Tara (gr)	5,92	6,15
Peso suelo seco	8,80	8,86
% Humedad	34,77	34,76

Límite Líquido			
Número de golpes	16	25	36
Tara N°	89	28	93
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,46	22,59	21,91
Suelo Seco Tara (gr)	18,16	17,32	17,18
Peso del agua (gr)	6,30	5,27	4,73
Tara (gr)	5,46	5,94	6,19
Peso suelo seco	12,70	11,38	10,99
% Humedad	49,61	46,31	43,04



Límite Liquido (%):	46,3
Límite Plástico (%):	34,8
Índice de Plasticidad (%):	11,6

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P13
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M13
Descripción:	matriz Limo arenosa	**Profundidad:**	13,00 a 13.45 m

Contenido de Humedad Natural

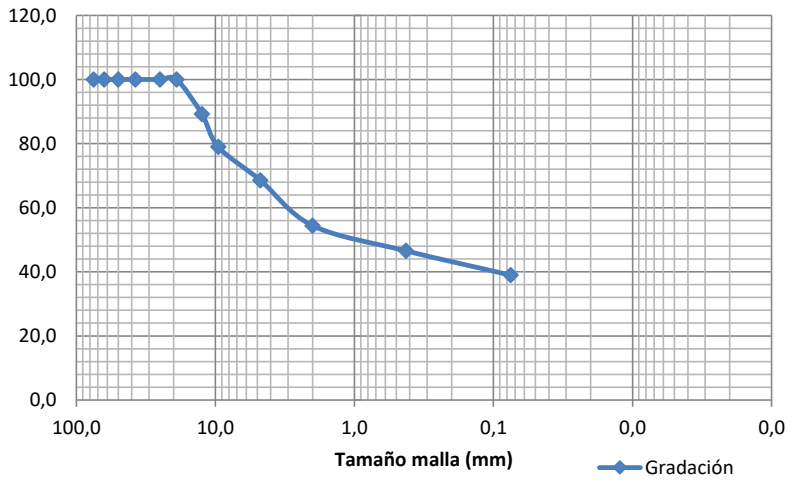
Tara N°	38	79
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,63	24,78
Suelo Seco Tara (gr)	19,63	21,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,23	6,13
Peso suelo seco	14,40	15,35
% Humedad	20,83	21,50
Humedad promedio (%)	**21,17**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**162,50**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	17,6	10,8	10,8	89,2
3/8"	16,6	10,2	21,0	79,0
4	16,9	10,4	31,4	68,6
10	23,0	14,2	45,6	54,4
40	12,8	7,9	53,5	46,5
200	12,3	7,6	61,0	39,0
Fondo	63,3	39,0	100,0	0,0

Curva Granulométrica

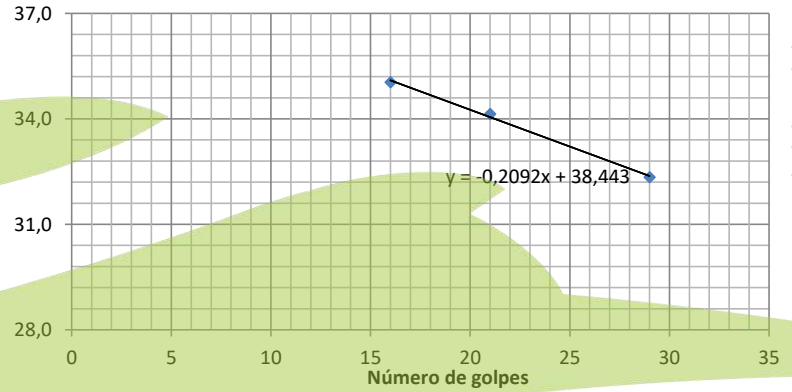


% Pasa Tamiz N°200:	**39,0**		
Clasificación USCS:	**ML**		
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	41	61
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,08	16,44
Suelo Seco Tara (gr)	13,98	14,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,06	6,08
Peso suelo seco	7,92	8,13
% Humedad	26,52	27,43

Límite Líquido			
Número de golpes	16	21	29
Tara N°	81	12	32
Suelo Húmedo Tara (gr)	20,20	22,10	20,16
Suelo Seco Tara (gr)	16,44	17,99	16,68
Peso del agua (gr)	3,76	4,11	3,48
Tara (gr)	5,71	5,95	5,92
Peso suelo seco	10,73	12,04	10,76
% Humedad	35,04	34,14	32,34



Límite Liquido (%):	33,8
Límite Plástico (%):	27,0
Índice de Plasticidad (%):	6,9

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P14
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarillo claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

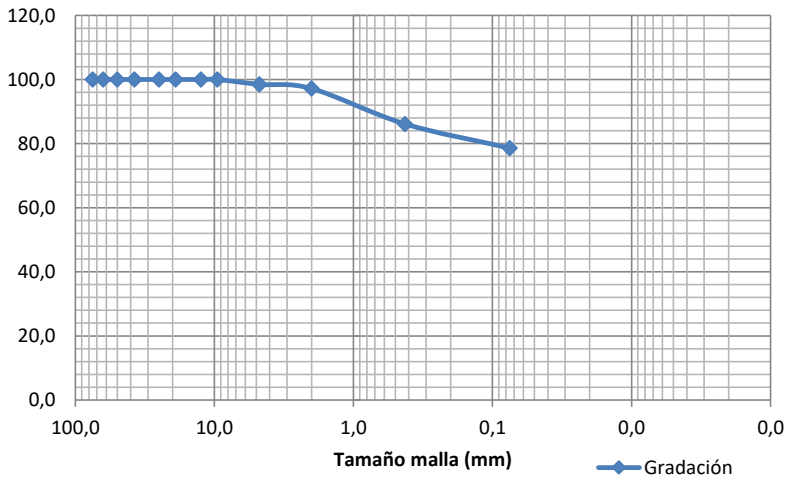
Tara N°	12	18
Suelo Húmedo Tara (gr)	34,57	37,93
Suelo Seco Tara (gr)	26,24	28,76
Peso del agua (gr)	8,33	9,17
Tara (gr)	5,95	6,14
Peso suelo seco	20,29	22,62
% Humedad	41,05	40,54
Humedad promedio (%)	**40,80**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**194,70**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**138,28**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	2,1	1,5	1,5	98,5
10	1,8	1,3	2,8	97,2
40	15,3	11,1	13,9	86,1
200	10,4	7,5	21,4	78,6
Fondo	108,7	78,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



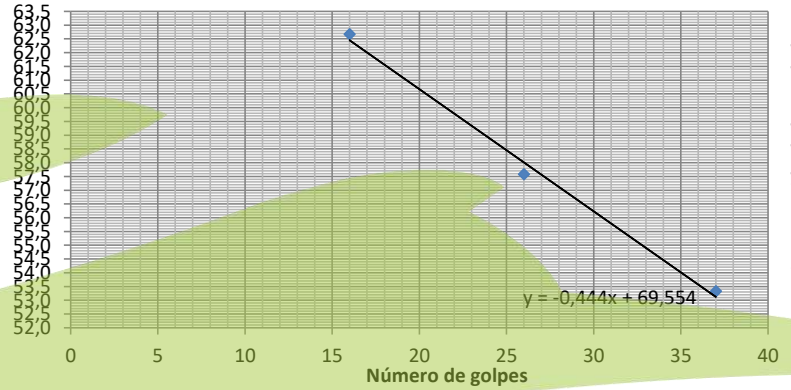
% Pasa Tamiz N°200:	**78,6**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	41
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,24	16,41
Suelo Seco Tara (gr)	13,37	13,53
Peso del agua (gr)	2,87	2,88
Tara (gr)	5,92	6,06
Peso suelo seco	7,45	7,47
% Humedad	38,52	38,55

Límite Líquido			
Número de golpes	16	26	37
Tara N°	133	125	110
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,03	27,14	28,10
Suelo Seco Tara (gr)	17,81	19,47	20,49
Peso del agua (gr)	7,22	7,67	7,61
Tara (gr)	6,29	6,15	6,22
Peso suelo seco	11,52	13,32	14,27
% Humedad	62,67	57,58	53,33



Límite Liquido (%):	57,9
Límite Plástico (%):	38,5
Índice de Plasticidad (%):	19,3

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P14
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M5
Descripción:	Matriz Limo arenosa con un porcentaje de bloques menores de 30%	**Profundidad:**	5,00 a 5,45 m

Contenido de Humedad Natural

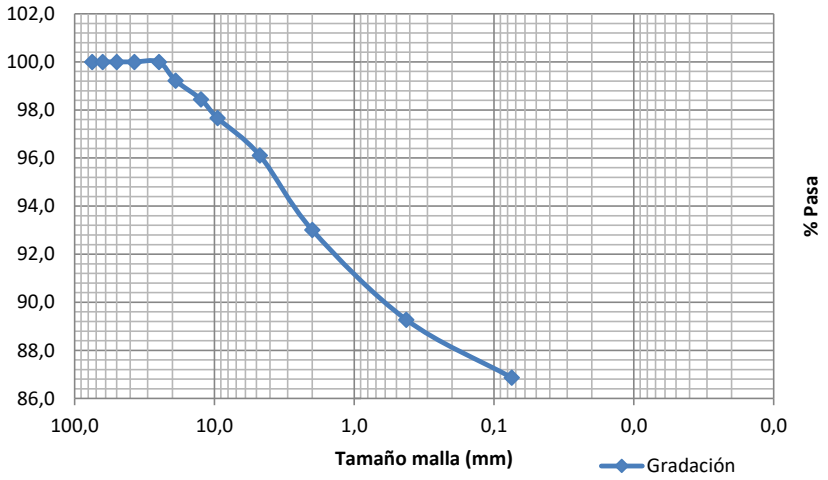
Tara N°	129	109
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,02	35,59
Suelo Seco Tara (gr)	17,89	25,36
Peso del agua (gr)	6,13	10,23
Tara (gr)	6,21	5,95
Peso suelo seco	11,68	19,41
% Humedad	52,48	52,70
Humedad promedio (%)	**52,59**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**128,71**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,0	0,8	0,8	99,2
1/2"	1,0	0,8	1,6	98,4
3/8"	1,0	0,8	2,3	97,7
4	2,0	1,6	3,9	96,1
10	4,0	3,1	7,0	93,0
40	4,8	3,7	10,7	89,3
200	3,1	2,4	13,1	86,9
Fondo	111,8	86,9	100,0	0,0

Curva Granulométrica



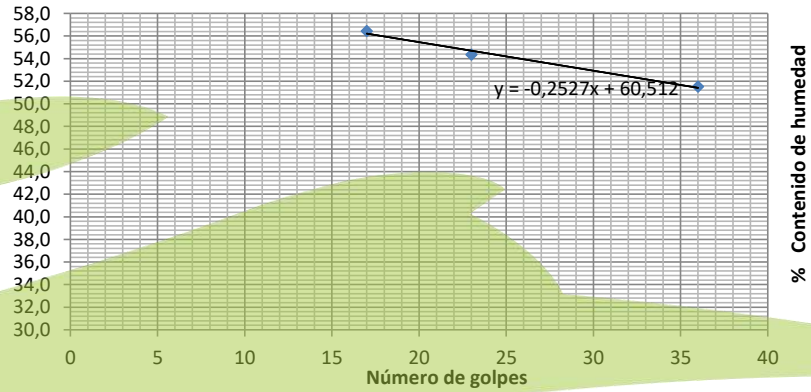
% Pasa Tamiz N°200:	**86,9**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	126	132
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,43	17,48
Suelo Seco Tara (gr)	14,81	14,87
Peso del agua (gr)	2,62	2,61
Tara (gr)	6,12	6,34
Peso suelo seco	8,69	8,53
% Humedad	30,15	30,60

Límite Líquido			
Número de golpes	17	23	36
Tara N°	72	75	73
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,33	27,43	26,64
Suelo Seco Tara (gr)	19,58	19,89	19,69
Peso del agua (gr)	7,75	7,54	6,95
Tara (gr)	5,85	6,02	6,20
Peso suelo seco	13,73	13,87	13,49
% Humedad	56,45	54,36	51,52



Límite Liquido (%):	54,1
Límite Plástico (%):	30,4
Índice de Plasticidad (%):	23,7

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P14
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M14
Descripción:	Limo Arenosa color café	**Profundidad:**	14,00 a 14,45 m

Contenido de Humedad Natural

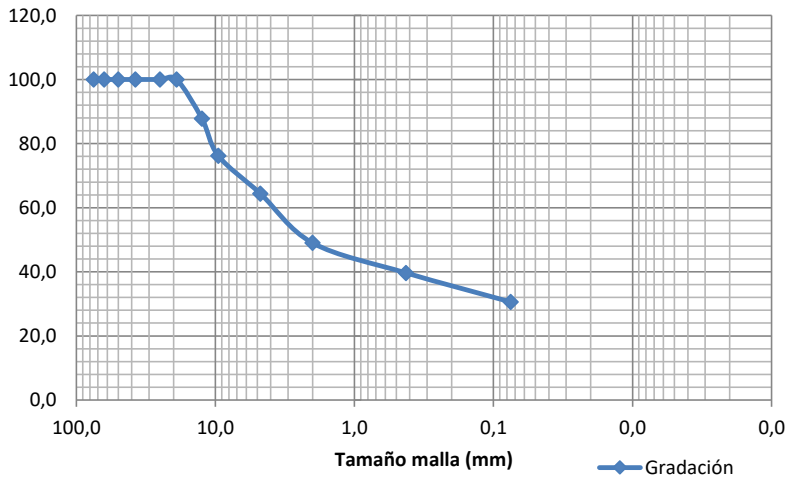
Tara N°	46	87
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,63	26,78
Suelo Seco Tara (gr)	21,63	23,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,83	6,10
Peso suelo seco	15,80	17,38
% Humedad	18,99	18,99
Humedad promedio (%)	**18,99**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**200,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**168,84**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	20,6	12,2	12,2	87,8
3/8"	19,6	11,6	23,8	76,2
4	19,9	11,8	35,6	64,4
10	26,0	15,4	51,0	49,0
40	15,8	9,4	60,4	39,6
200	15,3	9,1	69,4	30,6
Fondo	51,6	30,6	100,0	0,0

Curva Granulométrica



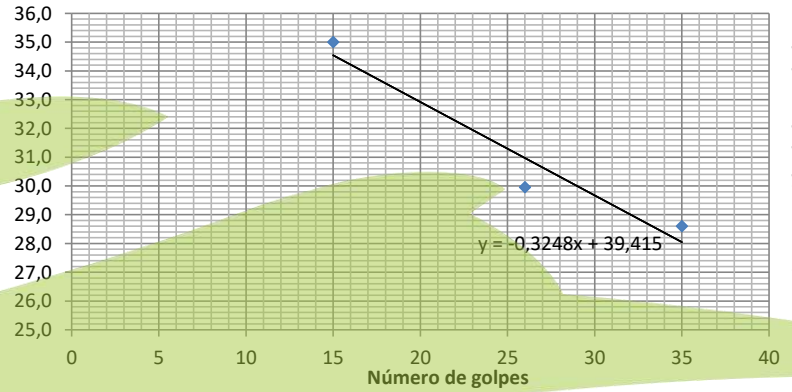
% Pasa Tamiz N°200:	**30,6**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	49	69
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,08	18,44
Suelo Seco Tara (gr)	15,98	16,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,37	5,53
Peso suelo seco	9,61	10,68
% Humedad	21,85	20,88

Límite Líquido			
Número de golpes	15	26	35
Tara N°	89	20	40
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,98	24,10	22,00
Suelo Seco Tara (gr)	18,44	19,90	18,45
Peso del agua (gr)	4,54	4,20	3,55
Tara (gr)	5,46	5,88	6,04
Peso suelo seco	12,98	14,02	12,41
% Humedad	35,00	29,96	28,61



Límite Liquido (%):	31,2
Límite Plástico (%):	21,4
Índice de Plasticidad (%):	9,8

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	limo arenoso color café claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

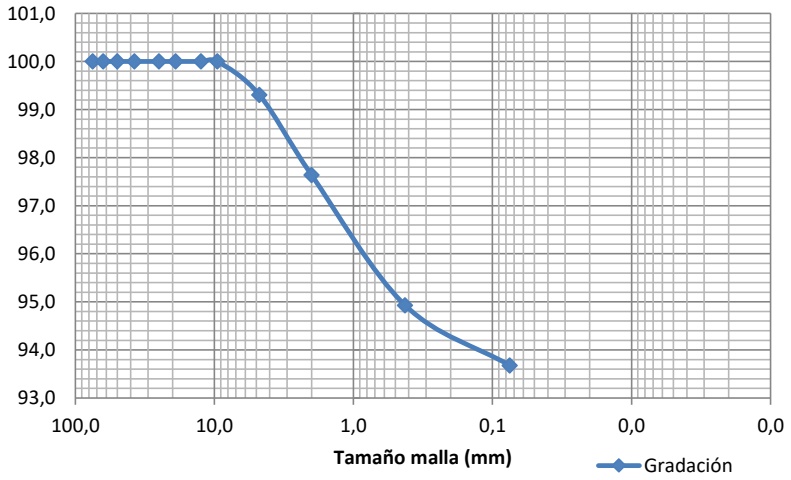
Tara N°	8	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	40,89	41,06
Suelo Seco Tara (gr)	29,30	29,32
Peso del agua (gr)	11,59	11,74
Tara (gr)	5,83	5,79
Peso suelo seco	23,47	23,53
% Humedad	49,38	49,89
Humedad promedio (%)	**49,64**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**215,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**143,95**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,0	0,7	0,7	99,3
10	2,4	1,7	2,4	97,6
40	3,9	2,7	5,1	94,9
200	1,8	1,3	6,3	93,7
Fondo	134,8	93,7	100,0	0,0

Curva Granulométrica



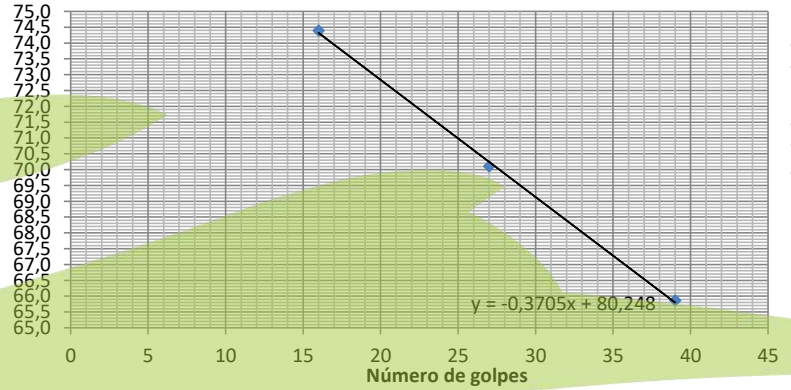
% Pasa Tamiz N°200:	**93,7**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	75	92
Suelo Húmedo Tara (gr)	14,41	14,40
Suelo Seco Tara (gr)	11,84	11,82
Peso del agua (gr)	2,57	2,58
Tara (gr)	6,02	5,99
Peso suelo seco	5,82	5,83
% Humedad	44,16	44,25

Límite Líquido			
Número de golpes	16	27	39
Tara N°	121	109	108
Suelo Húmedo Tara (gr)	30,59	28,71	25,24
Suelo Seco Tara (gr)	20,19	19,33	17,58
Peso del agua (gr)	10,40	9,38	7,66
Tara (gr)	6,21	5,95	5,95
Peso suelo seco	13,98	13,38	11,63
% Humedad	74,39	70,10	65,86



Límite Liquido (%):	70,1
Límite Plástico (%):	44,2
Índice de Plasticidad (%):	25,9

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M6
Descripción:	Limo arenoso color amarillo	**Profundidad:**	6.00 a 6.45 m

Contenido de Humedad Natural

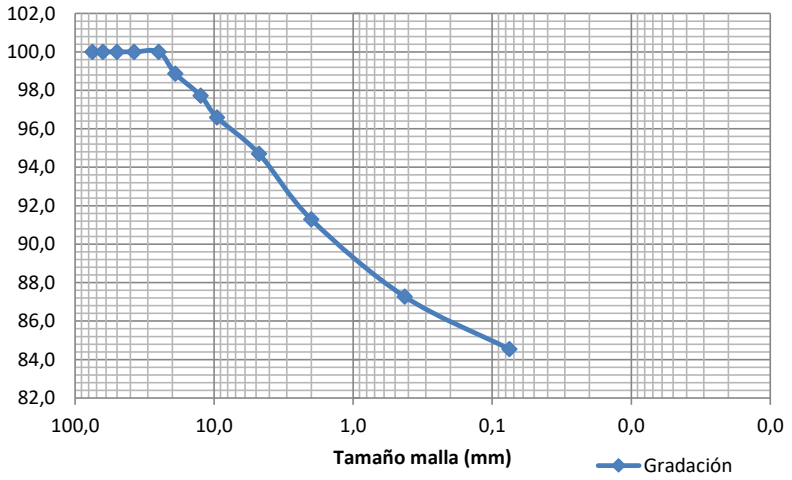
Tara N°	133	113
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,52	36,09
Suelo Seco Tara (gr)	18,39	24,36
Peso del agua (gr)	6,13	11,73
Tara (gr)	6,29	5,94
Peso suelo seco	12,10	18,42
% Humedad	50,66	63,68
Humedad promedio (%)	**57,17**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**207,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**131,96**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,5	1,1	1,1	98,9
1/2"	1,5	1,1	2,3	97,7
3/8"	1,5	1,1	3,4	96,6
4	2,5	1,9	5,3	94,7
10	4,5	3,4	8,7	91,3
40	5,3	4,0	12,7	87,3
200	3,6	2,7	15,5	84,5
Fondo	111,6	84,5	100,0	0,0

Curva Granulométrica



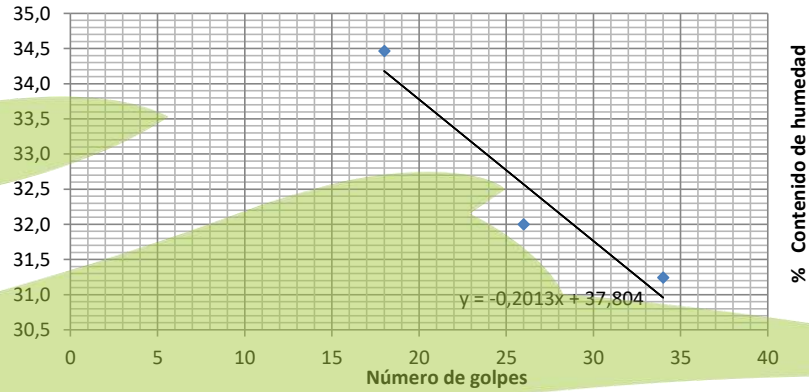
% Pasa Tamiz N°200:	**84,5**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	123	129
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,93	17,98
Suelo Seco Tara (gr)	15,31	15,37
Peso del agua (gr)	2,62	2,61
Tara (gr)	6,12	6,21
Peso suelo seco	9,19	9,16
% Humedad	28,51	28,49

Límite Líquido			
Número de golpes	18	26	34
Tara N°	23	26	24
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,81	28,67	26,84
Suelo Seco Tara (gr)	22,22	23,28	21,91
Peso del agua (gr)	5,59	5,39	4,93
Tara (gr)	6,00	6,43	6,13
Peso suelo seco	16,22	16,85	15,78
% Humedad	34,46	32,00	31,24



Límite Liquido (%):	32,6
Límite Plástico (%):	28,5
Índice de Plasticidad (%):	4,1

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M12
Descripción:	Limo arenoso de color café	**Profundidad:**	12.0m a 12.45 m

Contenido de Humedad Natural

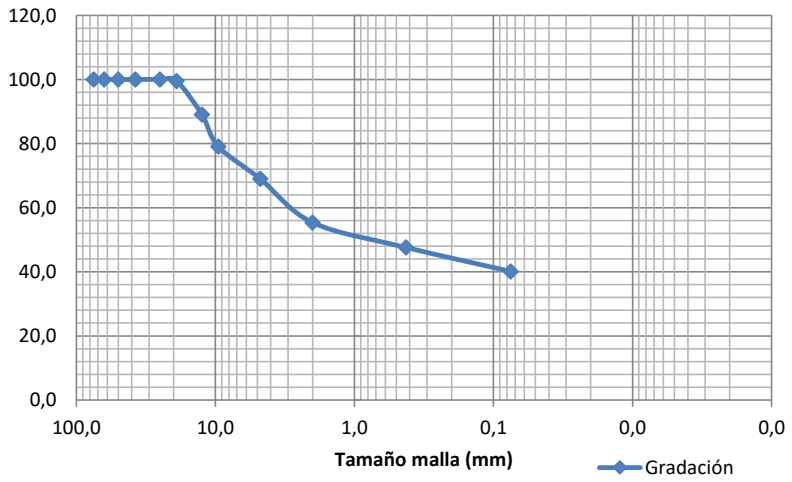
Tara N°	48	89
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,13	27,28
Suelo Seco Tara (gr)	22,13	23,98
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	6,06	5,46
Peso suelo seco	16,07	18,52
% Humedad	18,67	17,82
Humedad promedio (%)	**18,24**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**206,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**174,98**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,8	0,5	0,5	99,5
1/2"	18,4	10,5	11,0	89,0
3/8"	17,4	9,9	20,9	79,1
4	17,7	10,1	31,0	69,0
10	23,8	13,6	44,6	55,4
40	13,6	7,8	52,4	47,6
200	13,1	7,5	59,9	40,1
Fondo	70,2	40,1	100,0	0,0

Curva Granulométrica



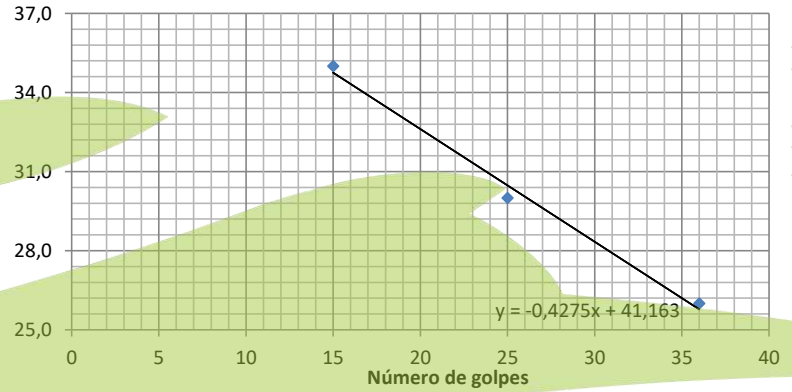
% Pasa Tamiz N°200:	**40,1**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-7**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	33	53
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,39	19,03
Suelo Seco Tara (gr)	16,48	16,90
Peso del agua (gr)	1,91	2,13
Tara (gr)	5,85	5,43
Peso suelo seco	10,63	11,47
% Humedad	18,00	18,60

Límite Líquido			
Número de golpes	15	25	36
Tara N°	91	22	42
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,78	24,90	23,67
Suelo Seco Tara (gr)	19,20	20,54	20,10
Peso del agua (gr)	4,58	4,36	3,57
Tara (gr)	6,11	6,01	6,36
Peso suelo seco	13,09	14,53	13,74
% Humedad	35,00	30,00	26,00



Límite Liquido (%):	30,3
Límite Plástico (%):	18,3
Índice de Plasticidad (%):	12,0

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P16
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarilloso con mota blancas	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	131	111
Suelo Húmedo Tara (gr)	23,02	34,59
Suelo Seco Tara (gr)	16,89	24,36
Peso del agua (gr)	6,13	10,23
Tara (gr)	5,98	6,29
Peso suelo seco	10,91	18,07
% Humedad	56,19	56,61

Humedad promedio (%) **56,40**

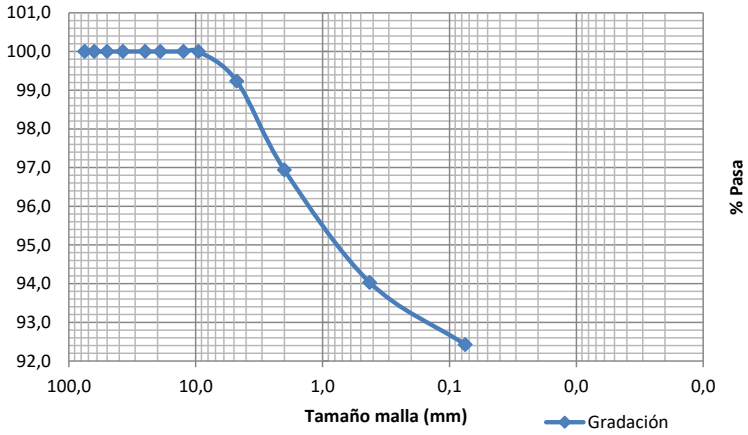
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**204,40**
Peso Total Muestra Seca (gr)	**130,69**

Tamiz	Peso retenido (gr)	% Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasa
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	1,0	0,8	0,8	99,2
10	3,0	2,3	3,1	96,9
40	3,8	2,9	6,0	94,0
200	2,1	1,6	7,6	92,4
Fondo	120,8	92,4	100,0	0,0

Curva Granulométrica



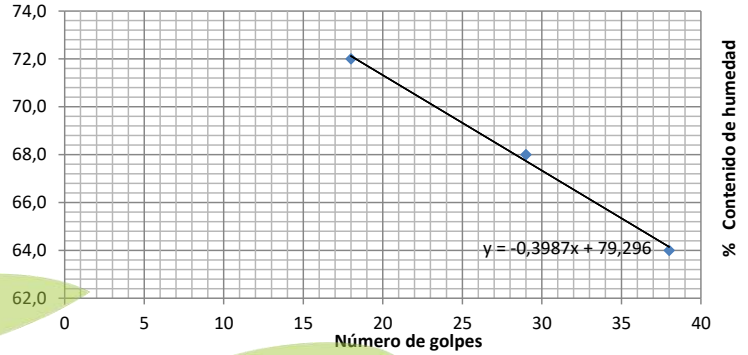
% Pasa Tamiz N°200:	**92,4**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	120	126
Suelo Húmedo Tara (gr)	14,43	14,48
Suelo Seco Tara (gr)	11,81	11,87
Peso del agua (gr)	2,62	2,61
Tara (gr)	6,01	6,12
Peso suelo seco	5,80	5,75
% Humedad	45,17	45,39

Límite Líquido			
Número de golpes	18	29	38
Tara N°	21	24	132
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,20	24,21	23,31
Suelo Seco Tara (gr)	16,58	16,89	16,69
Peso del agua (gr)	7,62	7,32	6,62
Tara (gr)	5,99	6,13	6,34
Peso suelo seco	10,59	10,76	10,35
% Humedad	72,00	68,00	64,00



Límite Liquido (%):	68,0
Límite Plástico (%):	45,3
Índice de Plasticidad (%):	22,7

Fecha de ejecución: 26/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Para toda la Vida

ingeowil INGENIERÍA Y GEOTECNIA Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P16
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M5
Descripción:	Limo Arenoso color café	**Profundidad:**	5,00 a 5,45 m

Contenido de Humedad Natural

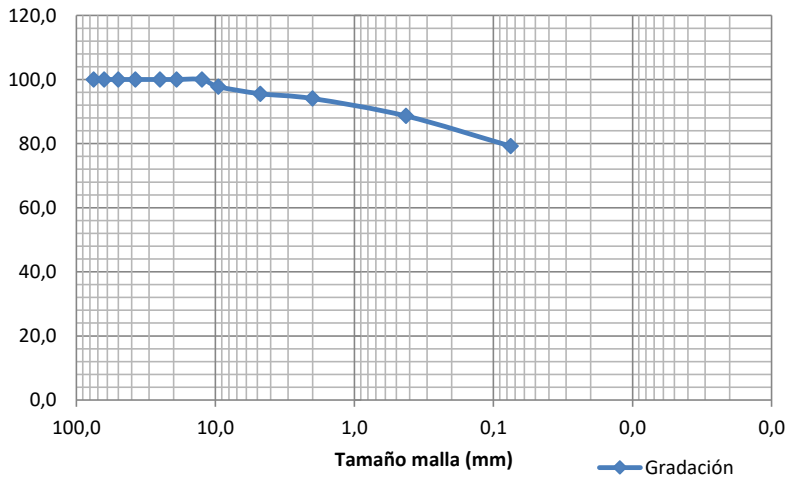
Tara N°	27	7
Suelo Húmedo Tara (gr)	33,59	35,38
Suelo Seco Tara (gr)	25,82	26,53
Peso del agua (gr)	7,77	8,85
Tara (gr)	5,95	5,79
Peso suelo seco	19,87	20,74
% Humedad	39,10	42,67
Humedad promedio (%)	**40,89**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**272,20**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**193,20**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	4,3	2,2	2,2	97,8
4	4,3	2,2	4,5	95,5
10	2,9	1,5	6,0	94,0
40	10,5	5,4	11,4	88,6
200	18,2	9,4	20,8	79,2
Fondo	153,0	79,2	100,0	0,0

Curva Granulométrica



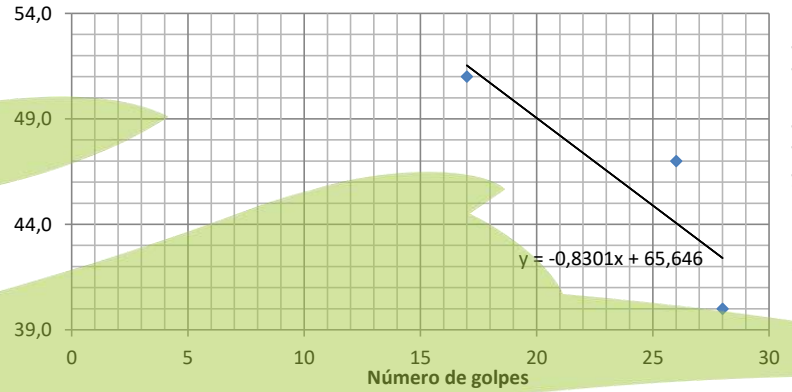
% Pasa Tamiz N°200:	**79,2**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	5
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,78	18,09
Suelo Seco Tara (gr)	14,72	15,01
Peso del agua (gr)	3,06	3,08
Tara (gr)	5,92	6,15
Peso suelo seco	8,80	8,86
% Humedad	34,77	34,76

Límite Líquido			
Número de golpes	17	26	28
Tara N°	89	28	93
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,46	22,59	21,69
Suelo Seco Tara (gr)	18,04	17,27	17,26
Peso del agua (gr)	6,42	5,32	4,43
Tara (gr)	5,46	5,94	6,19
Peso suelo seco	12,58	11,33	11,07
% Humedad	51,00	47,00	40,00



Límite Liquido (%):	46,0
Límite Plástico (%):	34,8
Índice de Plasticidad (%):	11,2

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P16
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M14
Descripción:	matriz Limo arenosa	**Profundidad:**	14,00 a 14.45 m

Contenido de Humedad Natural

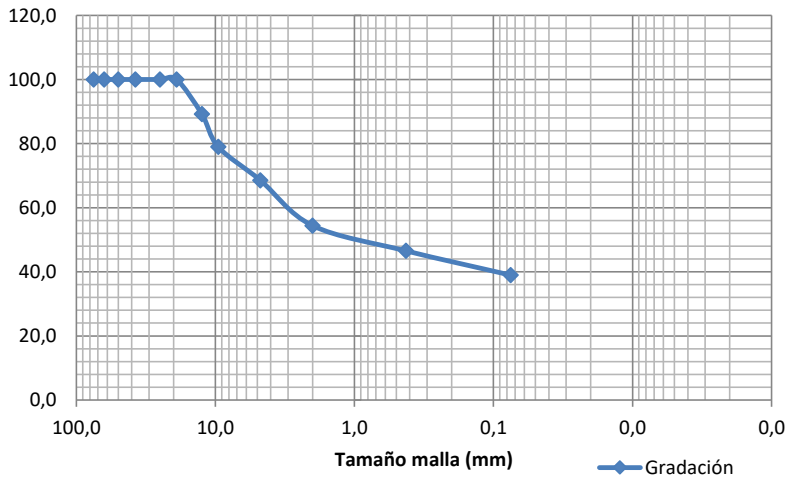
Tara N°	38	79
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,63	24,78
Suelo Seco Tara (gr)	19,63	21,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	5,23	6,13
Peso suelo seco	14,40	15,35
% Humedad	20,83	21,50
Humedad promedio (%)	**21,17**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**162,50**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	17,6	10,8	10,8	89,2
3/8"	16,6	10,2	21,0	79,0
4	16,9	10,4	31,4	68,6
10	23,0	14,2	45,6	54,4
40	12,8	7,9	53,5	46,5
200	12,3	7,6	61,0	39,0
Fondo	63,3	39,0	100,0	0,0

Curva Granulométrica

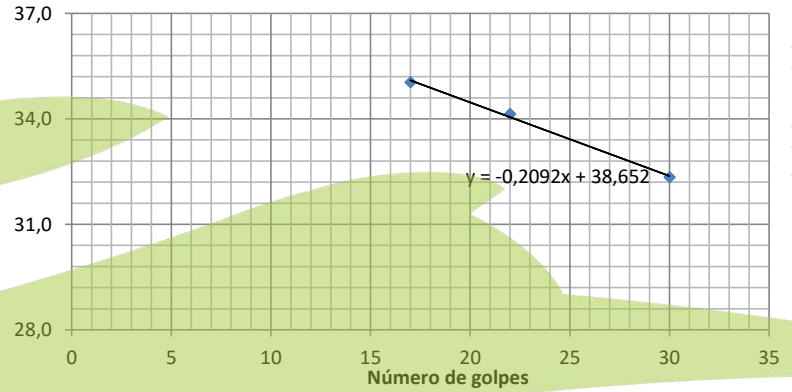


% Pasa Tamiz N°200:	**39,0**		
Clasificación USCS:	**ML**		
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**		
Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	41	61
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,08	16,44
Suelo Seco Tara (gr)	13,98	14,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	6,06	6,08
Peso suelo seco	7,92	8,13
% Humedad	26,52	27,43

Límite Líquido			
Número de golpes	17	22	30
Tara N°	81	12	32
Suelo Húmedo Tara (gr)	20,20	22,10	20,16
Suelo Seco Tara (gr)	16,44	17,99	16,68
Peso del agua (gr)	3,76	4,11	3,48
Tara (gr)	5,71	5,95	5,92
Peso suelo seco	10,73	12,04	10,76
% Humedad	35,04	34,14	32,34



Límite Liquido (%):	33,8
Límite Plástico (%):	27,0
Índice de Plasticidad (%):	6,9

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P17
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso café amarillo claro	**Profundidad:**	2,00 a 2,45 m

Contenido de Humedad Natural

Tara N°	12	18
Suelo Húmedo Tara (gr)	34,57	37,93
Suelo Seco Tara (gr)	26,24	28,76
Peso del agua (gr)	8,33	9,17
Tara (gr)	5,95	6,14
Peso suelo seco	20,29	22,62
% Humedad	41,05	40,54
Humedad promedio (%)	**40,80**	

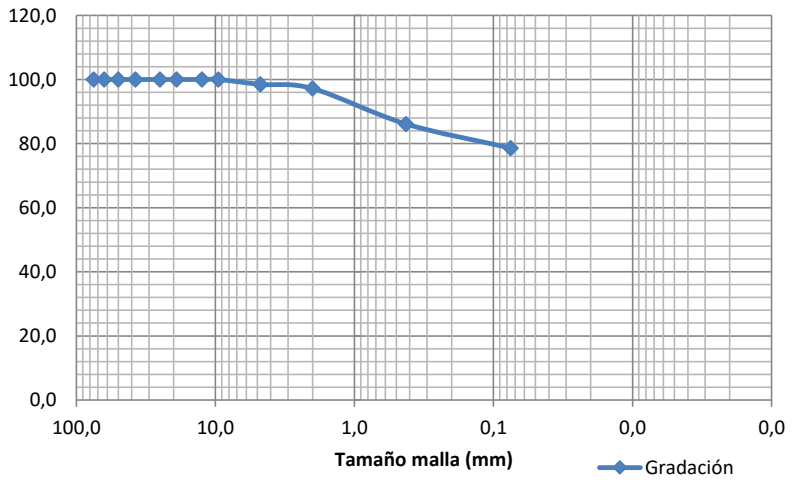
Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**194,70**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**138,28**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
4	2,1	1,5	1,5	98,5
10	1,8	1,3	2,8	97,2
40	15,3	11,1	13,9	86,1
200	10,4	7,5	21,4	78,6
Fondo	108,7	78,6	100,0	0,0

% Pasa Tamiz N°200:	**78,6**
Clasificación USCS:	**MH**
Clasificación AASHTO:	**A-7-6**

Curva Granulométrica

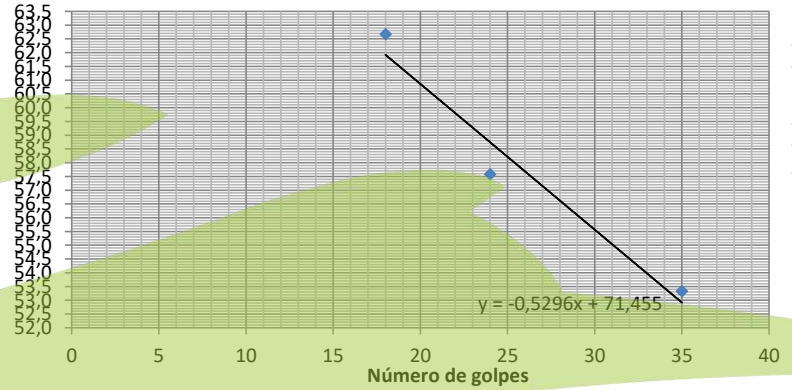


Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	32	41
Suelo Húmedo Tara (gr)	16,24	16,41
Suelo Seco Tara (gr)	13,37	13,53
Peso del agua (gr)	2,87	2,88
Tara (gr)	5,92	6,06
Peso suelo seco	7,45	7,47
% Humedad	38,52	38,55

Límite Líquido			
Número de golpes	18	24	35
Tara N°	133	125	110
Suelo Húmedo Tara (gr)	25,03	27,14	28,10
Suelo Seco Tara (gr)	17,81	19,47	20,49
Peso del agua (gr)	7,22	7,67	7,61
Tara (gr)	6,29	6,15	6,22
Peso suelo seco	11,52	13,32	14,27
% Humedad	62,67	57,58	53,33



Límite Liquido (%):	57,9
Límite Plástico (%):	38,5
Índice de Plasticidad (%):	19,3

Fecha de ejecución: 26/10/2022

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P17
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M7
Descripción:	Matriz Limo arenosa con un porcentaje de bloques menores de 30%	**Profundidad:**	7,00 a 7,45 m

Contenido de Humedad Natural

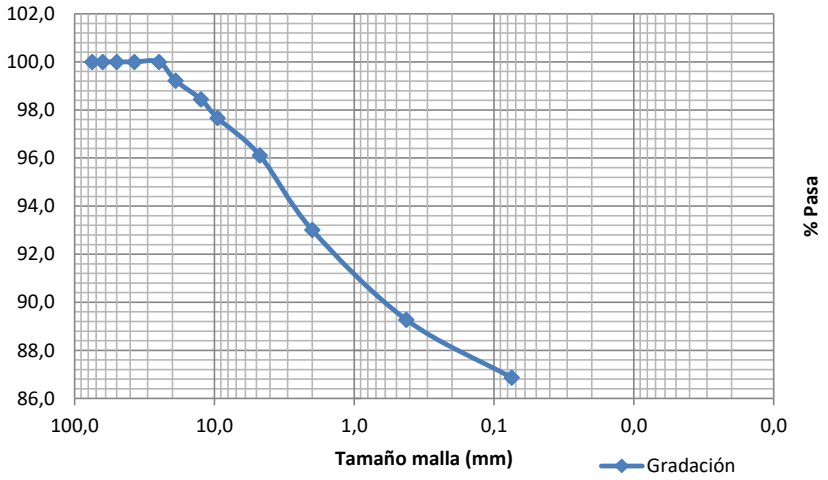
Tara N°	129	109
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,02	35,59
Suelo Seco Tara (gr)	17,89	25,36
Peso del agua (gr)	6,13	10,23
Tara (gr)	6,21	5,95
Peso suelo seco	11,68	19,41
% Humedad	52,48	52,70
Humedad promedio (%)	**52,59**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**196,40**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**128,71**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	1,0	0,8	0,8	99,2
1/2"	1,0	0,8	1,6	98,4
3/8"	1,0	0,8	2,3	97,7
4	2,0	1,6	3,9	96,1
10	4,0	3,1	7,0	93,0
40	4,8	3,7	10,7	89,3
200	3,1	2,4	13,1	86,9
Fondo	111,8	86,9	100,0	0,0

Curva Granulométrica



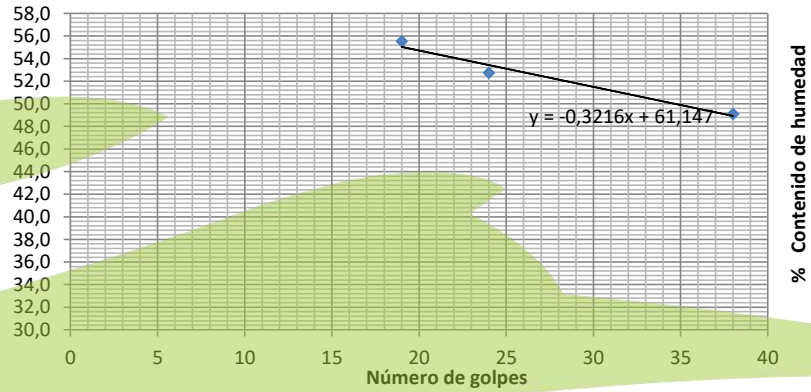
% Pasa Tamiz N°200:	**86,9**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	126	132
Suelo Húmedo Tara (gr)	17,43	17,48
Suelo Seco Tara (gr)	14,81	14,87
Peso del agua (gr)	2,62	2,61
Tara (gr)	6,12	6,34
Peso suelo seco	8,69	8,53
% Humedad	30,15	30,60

Límite Líquido			
Número de golpes	19	24	38
Tara N°	72	75	73
Suelo Húmedo Tara (gr)	27,20	27,21	26,31
Suelo Seco Tara (gr)	19,58	19,89	19,69
Peso del agua (gr)	7,62	7,32	6,62
Tara (gr)	5,85	6,02	6,20
Peso suelo seco	13,73	13,87	13,49
% Humedad	55,53	52,75	49,10



Límite Liquido (%):	52,5
Límite Plástico (%):	30,4
Índice de Plasticidad (%):	22,1

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica
"Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ingeowil
INGENIERÍA Y GEOTECNIA
Para toda la vida

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	TORRES DE 5 NIVELES
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P14
Código:	ingeowil - 790/22	**Muestra:**	M15
Descripción:	Limo Arenosa color café rojizo	**Profundidad:**	15,00 a 15,45 m

Contenido de Humedad Natural

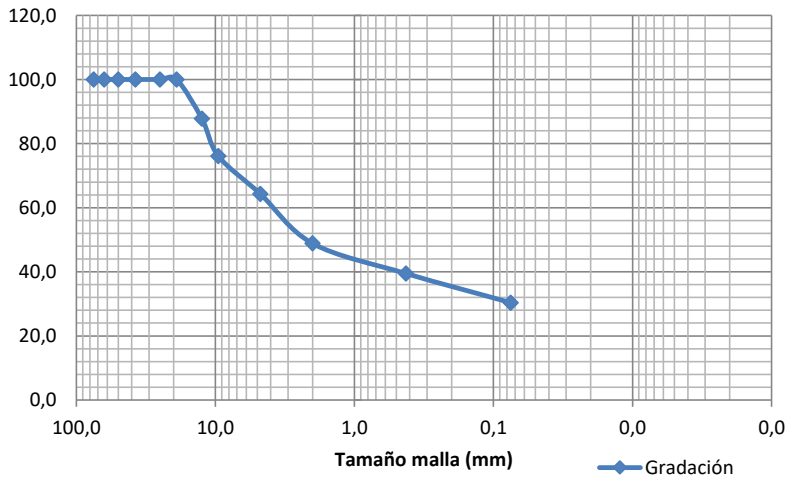
Tara N°	44	78
Suelo Húmedo Tara (gr)	24,63	26,78
Suelo Seco Tara (gr)	21,63	23,48
Peso del agua (gr)	3,00	3,30
Tara (gr)	6,48	6,04
Peso suelo seco	15,15	17,44
% Humedad	19,80	18,92
Humedad promedio (%)	**19,36**	

Muestra Analizada

Análisis Granulométrico

Peso Total Muestra húmeda (gr)	**200,90**			
Peso Total Muestra Seca (gr)	**168,31**		Acumulado	
Tamiz	**Peso retenido (gr)**	**% Retenido**	**Retenido**	**Pasa**
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	20,6	12,2	12,2	87,8
3/8"	19,6	11,6	23,9	76,1
4	19,9	11,8	35,7	64,3
10	26,0	15,4	51,2	48,8
40	15,8	9,4	60,5	39,5
200	15,3	9,1	69,6	30,4
Fondo	51,1	30,4	100,0	0,0

Curva Granulométrica



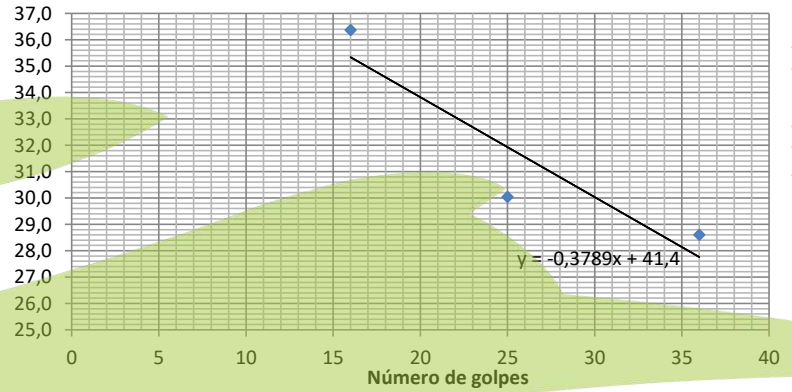
% Pasa Tamiz N°200:	**30,4**
Clasificación USCS:	**ML**
Clasificación AASHTO:	**A-2-4**

Cu	-	Cc	-

Límites de Atterberg

Límite Plástico		
Tara N°	94	58
Suelo Húmedo Tara (gr)	18,08	18,44
Suelo Seco Tara (gr)	15,98	16,21
Peso del agua (gr)	2,10	2,23
Tara (gr)	4,64	6,39
Peso suelo seco	11,34	9,82
% Humedad	18,52	22,71

Límite Líquido			
Número de golpes	16	25	36
Tara N°	12	13	40
Suelo Húmedo Tara (gr)	22,98	24,10	22,00
Suelo Seco Tara (gr)	18,44	19,90	18,45
Peso del agua (gr)	4,54	4,20	3,55
Tara (gr)	5,95	5,92	6,04
Peso suelo seco	12,49	13,98	12,41
% Humedad	36,37	30,04	28,61



Límite Liquido (%):	31,7
Límite Plástico (%):	20,6
Índice de Plasticidad (%):	11,1

Fecha de ejecución: **26/10/2022**

Ejecución: Ruben Galeano

Revisión: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez

Equipo utilizado:
Balanza Electrónica "Ohaus" Scout Pro

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (INV E-154)

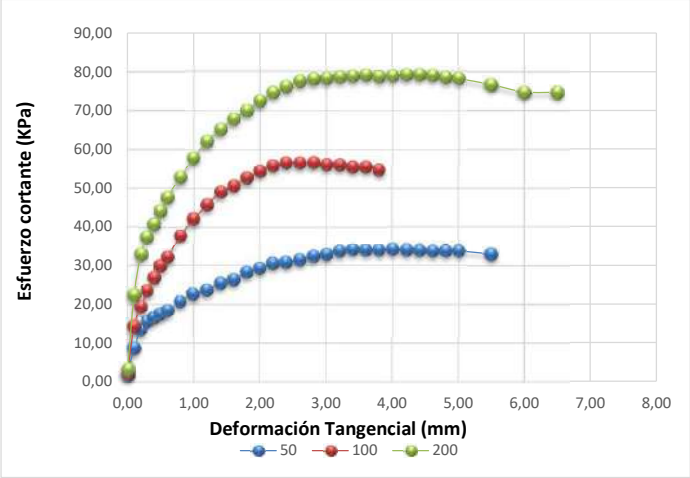
Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	OBRA CUBA
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P4
Código:	ingeowil - 790/22 **Tipo de ensayo:** CORTE DIRECTO CD (INV E-154)	**Muestra:**	2
Descripción:	matriz en limo Arcillosa	**Profundidad:**	2,00m - 2,45 m

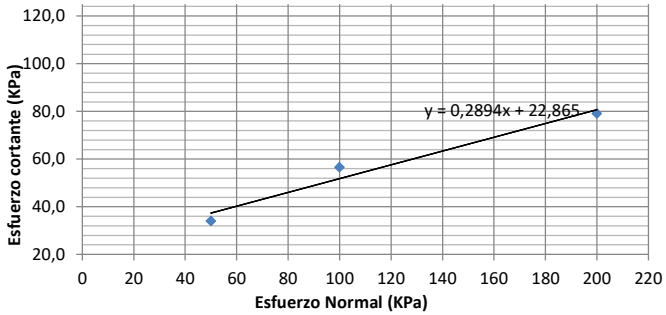
Datos de la Muestra

Esfuerzo normal (KPa)	50	100	200
Diámetro (cm)	5,20	5,02	5,02
Altura (cm)	2,02	2,02	2,02
Área (cm^2)	21,24	19,79	19,79
Volumen (cm^3)	42,90	39,98	39,98
Peso del anillo (g)	124,30	124,30	124,30
Peso del anillo + suelo	194,80	180,60	195,00
Peso del suelo húmedo	70,50	56,30	70,70
Densidad Húmeda (g/cm^3)	1,64	1,41	1,77
Densidad seca (g/cm^3)	0,96	0,64	1,13
Gravedad específica	2,53	2,53	2,53
Relación de vacios inicial	1,63	2,94	1,23
Relación de vacios final	1,54	2,79	1,07

Contenido de Humedad Natural

Esferzo normal (KPa)	50		100		200	
Tara N°	72	33	49	72	69	57
Suelo Húmedo Tara (g)	26,90	27,52	27,91	23,0	35,15	30,79
Suelo Seco Tara (g)	18,19	18,59	15,51	14,3	24,6	22,07
Peso del agua (g)	8,71	8,93	12,4	8,7	10,55	8,72
Tara (g)	6,01	5,85	6,37	5,85	5,53	6,78
Peso suelo seco	12,18	12,74	9,14	8,45	19,07	15,29
% Humedad	71,5	70,1	135,7	103,0	55,3	57,0
Humedad promedio (%)	**70,8**		**119,3**		**56,2**	





Resultados Deformación - Esfuerzo Cortante

Esfuerzo normal (KPa)	50	100	200
Deformación Horizontal (mm)	Esfuerzo cortante (Kpa)		
0,00	1,93	2,24	2,95
0,10	8,65	14,36	22,30
0,20	13,54	19,35	32,90
0,30	15,58	23,42	37,48
0,40	16,60	26,78	40,74
0,50	17,51	29,84	44,10
0,60	18,33	32,08	47,56
0,80	20,67	37,78	52,86
1,00	22,61	42,16	57,85
1,20	23,63	45,73	62,13
1,40	25,36	49,09	65,18
1,60	26,27	50,62	67,83
1,80	28,21	52,66	69,97
2,00	29,23	54,39	72,42
2,20	30,45	55,81	74,56
2,40	30,76	56,53	76,08
2,60	31,37	56,53	77,51
2,80	32,28	56,63	78,02
3,00	32,79	56,12	78,22
3,20	33,61	56,02	78,53
3,40	34,02	55,51	78,73
3,60	33,91	55,51	79,04
3,80	33,91	54,69	78,63
4,00	34,12		78,83
4,20	33,91		79,14
4,40	33,81		79,14
4,60	33,61		78,94
4,80	33,71		78,43
5,00	33,71		78,22
5,50	32,90		76,69
6,00			74,76
6,50			74,66
7,00			
7,50			
8,00			
8,50			
9,00			
9,50			
10,00			

Muestra Analizada

50 Kpa

100 KPa

200 KPa

RESUMEN DE RESULTADOS		
Cohesión (Kpa)		4,0
Ángulo de fricción (º)		21,0

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

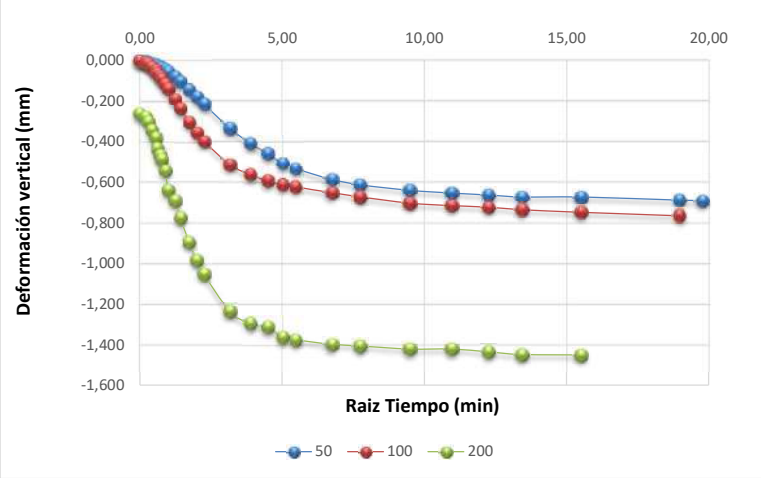
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CD

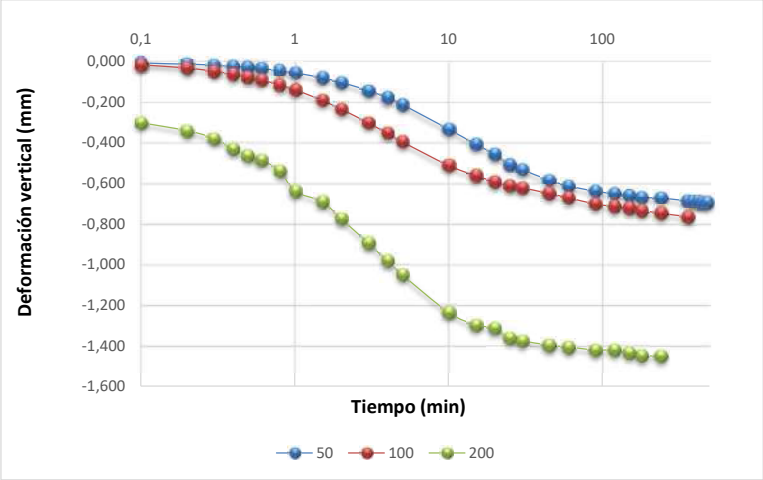
Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	OBRA CUBA
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P4
Código:	ingeowil - 790/22 **Tipo de ensayo** CORTE DIRECTO CD (INV E-154)	**Muestra:**	2
Descripción:	matriz en limo Arcillosa	**Profundidad:**	2,00m - 2,45 m

Tabla Esfuerzo Nomal - Velocidad de Deformacion

TIEMPO	ESFUERZO NORMAL (KPa)		
(min $^{1/2}$)	50	100	200
	DEFORMACIÓN VERTICAL (mm)		
0,00	-0,001	-0,004	-0,265
0,22	-0,003	-0,010	-0,281
0,32	-0,009	-0,018	-0,304
0,45	-0,015	-0,034	-0,343
0,55	-0,020	-0,050	-0,380
0,63	-0,026	-0,064	-0,432
0,71	-0,030	-0,079	-0,465
0,77	-0,036	-0,091	-0,485
0,89	-0,046	-0,117	-0,539
1,00	-0,057	-0,140	-0,640
1,22	-0,081	-0,192	-0,690
1,41	-0,104	-0,235	-0,774
1,73	-0,144	-0,303	-0,894
2,00	-0,180	-0,354	-0,984
2,24	-0,213	-0,396	-1,050
3,16	-0,334	-0,513	-1,236
3,87	-0,408	-0,563	-1,297
4,47	-0,458	-0,593	-1,315
5,00	-0,507	-0,612	-1,363
5,48	-0,533	-0,623	-1,376
6,71	-0,585	-0,651	-1,398
7,75	-0,613	-0,672	-1,407
9,49	-0,640	-0,703	-1,422
10,95	-0,653	-0,715	-1,422
12,25	-0,663	-0,723	-1,436
13,42	-0,673	-0,735	-1,449
15,49	-0,673	-0,748	-1,451
18,97	-0,688	-0,765	
19,75	-0,691		
20,49	-0,691		
21,21	-0,695		
21,91	-0,695		
22,58	-0,695		
23,24	-0,699		
23,87	-0,699		
24,49	-0,699		

Curva Deformación Vertical - Velocidad





Fecha de ejecución: 26/10/2022
Ejecución: Ruben Galeano
Revisión y aprobación: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado: Geotest s2216 Direct-Residual Shear Apparatus, Computer Controlled
Caja de Corte: Circular en bronce (Diametro=50 mm, Espesor de especímen = 25 mm)
Tipo de Muestra: intacta (tubo Shelby)
Condiciones Ambientales: Especímenes reconsolidados y fallados al contenido natural de agua
Esfeurzos Nomales: 50 ,100 y 200 kPa (Reconsolidación Duplicando los incrementos de carga)
Rata de Corte (mm/min): 0.100

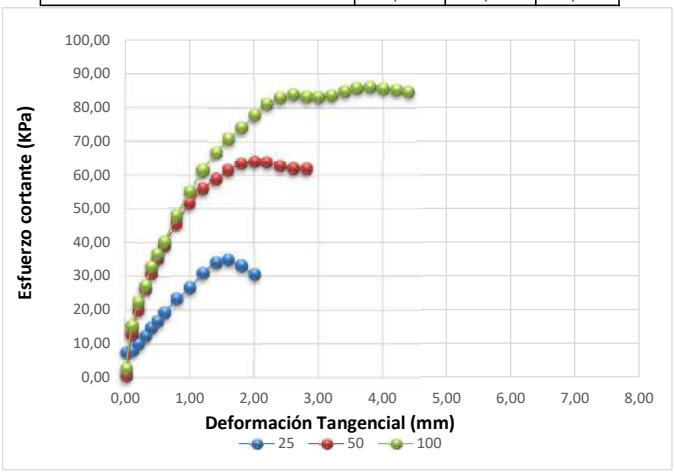
Nota: Según la norma ASTM D3080, la determinación de la envolvente de falla para los criterios asociados son responsabilidad del ingeniero geotecnista a cargo del proyecto. Los parámetros de resistencia incluidos en este informe deben ser revisados y su aplicabilidad avaluada por el ingeniero a cargo

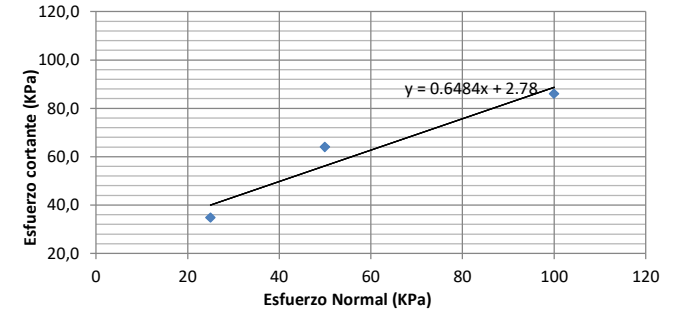
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (INV E-154)

Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	OBRA NUEVA
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22 **Tipo de ensayo:** CORTE DIRECTO CD (INV E-154)	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso	**Profundidad:**	2,00m -2,45 m

Datos de la Muestra

Esfuerzo normal (KPa)	25	50	100
Diámetro (cm)	5,08	5,08	5,08
Altura (cm)	2,20	2,20	2,20
Área (cm^2)	20,27	20,27	20,27
Volumen (cm^3)	44,59	44,59	44,59
Peso del anillo (g)	124,30	123,70	124,70
Peso del anillo + suelo	207,70	206,70	203,60
Peso del suelo húmedo	83,40	83,00	78,90
Densidad Húmeda (g/cm^3)	1,87	1,86	1,77
Densidad seca (g/cm^3)	1,31	1,31	1,22
Gravedad específica	2,91	2,91	2,91
Relación de vacios inicial	1,22	1,22	1,39
Relación de vacios final	1,22	1,19	1,35





Muestra Analizada

25 Kpa

50 KPa

100 KPa

RESUMEN DE RESULTADOS		
Cohesión (Kpa)		4,0
Ángulo de fricción (º)		21,0

Contenido de Humedad Natural

Esferzo normal (KPa)	25		50		100	
Tara N°	19	98	100	101	103	103
Suelo Húmedo Tara (g)	28,30	31,52	28,48	31,3	28,05	28,19
Suelo Seco Tara (g)	21,56	23,88	21,97	23,82	21,06	21,55
Peso del agua (g)	6,74	7,64	6,51	7,46	6,99	6,64
Tara (g)	5,87	6,09	6,39	5,91	6,04	6,59
Peso suelo seco	15,69	17,79	15,58	17,91	15,02	14,96
% Humedad	43,0	42,9	41,8	41,7	46,5	44,4
Humedad promedio (%)	**43,0**		**41,7**		**45,5**	

Resultados Deformación - Esfuerzo Cortante

Esfuerzo normal (KPa)	25	50	100
Deformación Horizontal (mm)	Esfuerzo cortante (Kpa)		
0,00	7,40	0,29	2,36
0,10	7,89	12,92	15,09
0,20	9,96	19,93	22,00
0,30	12,33	26,14	27,00
0,40	14,70	30,78	32,66
0,50	16,67	35,03	36,31
0,60	19,14	38,97	39,96
0,80	23,28	45,68	47,85
1,00	26,54	51,60	55,06
1,20	30,88	55,85	61,17
1,40	33,94	58,71	66,70
1,60	34,83	61,37	70,75
1,80	33,05	63,35	74,10
2,00	30,49	63,94	77,85
2,20		63,74	81,11
2,40		62,65	82,88
2,60		61,87	83,87
2,80		61,77	83,18
3,00			83,08
3,20			83,57
3,40			84,76
3,60			85,74
3,80			86,04
4,00			85,55
4,20			85,25
4,40			84,66
4,60			
4,80			
5,00			
5,50			
6,00			
6,50			
7,00			
7,50			
8,00			
8,50			
9,00			
9,50			
10,00			

Móvil: 301 420 29 30 – info@ingeowil.com.co
Cr 44 N 35 Sur – 57 – Envigado – Colombia
www.ingeowil.com.co

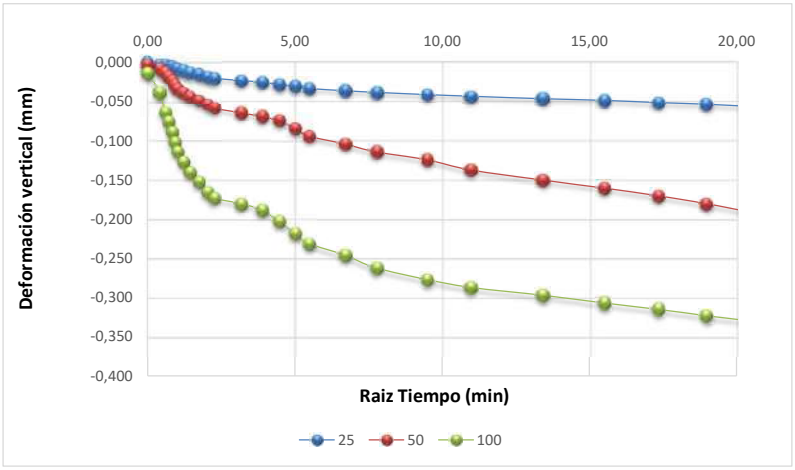
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CD

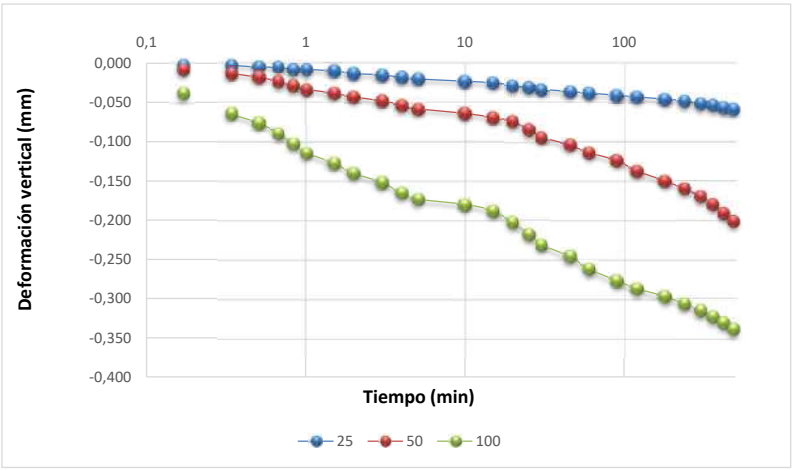
Cliente:	MUNICIPIO DE SAN LUIS	**Proyecto:**	OBRA NUEVA
Localización:	VEREDA CUBA - SAN LUIS - ANTIOQUIA	**Sondeo:**	P12
Código:	ingeowil - 790/22 **Tipo de ensayo** CORTE DIRECTO CD (INV E-154)	**Muestra:**	M2
Descripción:	Limo Arcilloso	**Profundidad:**	2,00m -2,45 m

Tabla Esfuerzo Nomal - Velocidad de Deformacion

TIEMPO	ESFUERZO NORMAL (KPa)		
(min $^{1/2}$)	25	50	100
	DEFORMACIÓN VERTICAL (mm)		
0,00	0,000	-0,003	-0,013
0,41	-0,003	-0,008	-0,038
0,58	-0,003	-0,013	-0,064
0,71	-0,005	-0,018	-0,076
0,82	-0,005	-0,023	-0,089
0,91	-0,008	-0,028	-0,102
1,00	-0,008	-0,033	-0,114
1,22	-0,010	-0,038	-0,127
1,41	-0,013	-0,043	-0,140
1,73	-0,015	-0,048	-0,152
2,00	-0,018	-0,053	-0,165
2,24	-0,020	-0,058	-0,173
3,16	-0,023	-0,064	-0,180
3,87	-0,025	-0,069	-0,188
4,47	-0,028	-0,074	-0,203
5,00	-0,030	-0,084	-0,218
5,48	-0,033	-0,094	-0,231
6,71	-0,036	-0,104	-0,246
7,75	-0,038	-0,114	-0,262
9,49	-0,041	-0,124	-0,277
10,95	-0,043	-0,137	-0,287
13,42	-0,046	-0,150	-0,297
15,49	-0,048	-0,160	-0,307
17,32	-0,051	-0,170	-0,315
18,97	-0,053	-0,180	-0,323
20,49	-0,056	-0,191	-0,330
21,91	-0,058	-0,201	-0,338
34,64	-0,061	-0,206	-0,345
35,50	-0,064	-0,211	-0,353
36,33	-0,066	-0,213	-0,356
37,15	-0,069	-0,216	-0,358
37,95	-0,071	-0,218	-0,361

Curva Deformación Vertical - Velocidad





Fecha de ejecución: 7/10/2022
Ejecución: Ruben Galeano
Revisión y aprobación: IC. Esp.Geotecnia y Estabiliad de Taludes Wilberto Antonio Benítez Villadiego

Equipo utilizado: Geotest s2216 Direct-Residual Shear Apparatus, Computer Controlled
Caja de Corte: Circular en bronce (Diametro=50 mm, Espesor de especímen = 25 mm)
Tipo de Muestra: intacta (tubo Shelby)
Condiciones Ambientales: Especímenes reconsolidados y fallados al contenido natural de agua
Esfeurzos Nomales: 50 ,100 y 200 kPa (Reconsolidación Duplicando los incrementos de carga)
Rata de Corte (mm/min): 0.100

Nota: Según la norma ASTM D3080, la determinación de la envolvente de falla para los criterios asociados son responsabilidad del ingeniero geotecnista a cargo del proyecto. Los parámetros de resistencia incluidos en este informe deben ser revisados y su aplicabilidad avaluada por el ingeniero a cargo

ANEXO 4: MEMORIA DE CÁLCULO

11.1. Memoria De Cálculo Resumen De La Metodología Seguida

En el Estudio Geotécnico se siguió un esquema metodológico que parte de un conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas.

Las diferentes etapas de la metodología son:

Etapa 1. *Recolección De Información Básica:* Consiste en recopilar la información secundaria disponible, y concerniente del proyecto como topografía, geología y clima. Posteriormente, se analiza el material recolectado y se procede a la interpretación de ellos, con la finalidad de conocer los patrones de relieve, los procesos erosivos, la geología regional y local, condiciones del suelo y la definición de los sitios para realizar las exploraciones.

Etapa 2. *Investigación Del Subsuelo:* Comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforaciones y sondeos y otros) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico -mecánicas e hidráulicas del subsuelo.

Etapa 3. *Análisis y Recomendaciones:* Consiste en la interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de los sistemas de cimentación y contención, de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos.

Figura 34 Memoria de cálculo Metodología seguida

11. Estratigrafía (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.3.2)

Figura 35 Estratigrafía

11.2. Evaluación Geotécnica De Efectos Sísmicos (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.7)

Para realizar la evaluación geotécnica de efectos sísmicos que deben ser considerados en el diseño de estructuras se parte de los aspectos básicos que están relacionados con la modificación del movimiento del terreno (efectos inerciales) y los cinemáticos. Adicionalmente, los aspectos básicos contribuyen a cuantificar de una manera acertada las incertidumbres relacionadas con la respuesta dinámica del terreno, las condiciones de estabilidad de los materiales, y los efectos del potencial de licuación o movilidad cíclica en los suelos granulares y n los suelos de grano fino de baja plasticidad

11.3. Definición De Valores De Aceleración Y Velocidad Pico Efectiva (NSR – 10 Titulo A Subtitulo A.2.9.3.4)

Municipio de San Luis

Tabla 39 Zona de amenaza sísmica

Municipio	Código Municipio	Aa	Av	Zona de Amenaza sísmica	Ae	Ad
San Luis	05660	**0,15**	**0,25**	**Alta**	0,12	0,06

11.3.1. Perfil de Suelo (NSR-10 Titulo A. Subtitulo A.2.4.3)

Para definir el tipo de perfil del suelo los criterios que se utilizan son los expuestos en el numeral A.2.4.4 de la NSR-10, que se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil, medidos en el sitio que se describieron en A.2.4.3. En el Capítulo 4.5 de este informe de explican a detalle los pasos. Pero, dado el caso:

Se podrá utilizar el criterio basado en N que involucra todos los estratos del perfil. Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo. El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}} \quad \text{(A.2.4-2)}$$

Donde:

Ni=número de golpes por píe obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por

energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de Ni a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

Tabla 40 Criterios para clasificar suelos (NSR – 10). Tabla A.2.4-2

Tipo de perfil	Vs	N o Nch	Su
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100kPa
D	**Entre 180 y 360 m/s**	**Entre 15 y 50**	**Entre 100 y 50 kPa**
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 kPa

Tipo de perfil de suelo: **Tipo D**

11.4. Modelo Geotécnico De Diseño (NSR – 10, Titulo H Subtitulo H.3.3.4)

Tabla 41 Resultados modelo geotécnico de diseño

Tipo de Clasificación	Estándar	0.50m -2.00m
Clasificación de Suelos	MH - Limo de alta o muy alta plasticidad	
Consistencia	Consistencia firme (difícil de deformar al apretar con la mano)	
DATOS DEL SUELO		
Coeficiente de Poisson	[v]:	0,4
Peso unitario	[γ]:	18,0 kN/m³
Módulo de deformación	[E_{def}]:	5 MPa
PARÁMETROS EFECTIVOS		
Ángulo de fricción interna	[φ_{ef}]:	21°
Cohesión de suelo	[C_{ef}]:	4.0 kN/m²
Tipo de Clasificación	Estándar	2.00m -15.00m
Clasificación de Suelos	ML - Limo de baja a media Plasticidad	
Consistencia	Consistencia firme (difícil de deformar al apretar con la mano)	
DATOS DEL SUELO		
Coeficiente de Poisson	[v]:	0,35
Peso unitario	[γ]:	18,0 kN/m³
Módulo de deformación	[E_{def}]:	3 MPa
PARÁMETROS EFECTIVOS		
Ángulo de fricción interna	[φ_{ef}]:	27°
Cohesión de suelo	[C_{ef}]:	0.5 kN/m²

11.5. Método De Evaluación De La Capacidad Portante Admisible (NSR – 10 Titulo H Subtitulo H.4.7.1)

El cálculo de la capacidad portante admisible para las estructuras según el tipo de edificación se realizó empleando las ecuaciones propuestas por Meyerhof y Vesic, y se adoptó un factor de seguridad de tres para determinar la capacidad admisible del suelo.

El cálculo de capacidad de soporte se realizó, teniendo en cuenta los parámetros de resistencia al corte obtenidos de los análisis anteriores y considerando la influencia de los factores de forma para cimentaciones.

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{cc} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

Donde

c= cohesión
q= esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación
Ɣ= peso específico del suelo
B= ancho de la cimentación
F_{CS}, F_{qs}, $F_{\gamma s}$ = factor de forma
F_{cd}, F_{qd}, $F_{\gamma d}$ = factores de profundidad
F_{ci}, F_{qi}, $F_{\gamma i}$= factores de inclinación de la carga

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

Factores de capacidad de carga

$$N_q = tan^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)e^{\pi tan\emptyset} \qquad N_c = (N_q + 1)cot\Phi \qquad N_\gamma = 2(N_q + 1)tan\Phi$$

Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta, así

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

11.6. Capacidad Portante Zapatas Corrida

Tabla 42Capacidad portante zapata corrida

CIMENTACION SUPERFICIAL. CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF			
CIMENTACION SUPERFICIAL (VIGAS CORRIDAS) d>B			
DATOS INICIALES			
* FS : 3	* ϒ : 18 KN/m3		
* C : 4 KN/m2	* B : 1,2 m		
* ϕ : 21 °	* L : Infinito		
* β : 0 °	* Df : 1 m		
Factores de Carga	**Factores de Forma**	**Factores de Profundidad**	**Factores de Inclinación**
Nq = 7,071	Fcs = 1,000	Fqd = 1,263	Fci = 1,000
Nϒ = 6,196	Fqs = 1,000	Fcd = 1,306	Fqi = 1,000
Nc = 15,815	FϒS = 1,000	FϒD = 1,000	FϒI = 1,000
Cálculo de Esfuerzo q	**Cálculo de Carga Última**	**Carga Admisible**	
q = 18,000 KN/m2	qu = 310,286 KN/m2	q(adm) = 103,429 KN/m2	

11.7. Asentamientos (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8)

11.7.1. Zapatas corridas (NSR – 10 Titulo H. Subtitulo H.4.8)

Los asentamientos se clasifican como inmediatos (elásticos) y por consolidación. Los asentamientos inmediatos son aquellos que toman lugar cuando la carga es aplicada dentro de un periodo de tiempo muy corto. Los asentamientos por consolidación son aquellos dependientes del tiempo y toman meses o años en desarrollarse.

Los análisis de asentamientos inmediatos son usados para todos los suelos granulares, limos y arcillas con un grado de saturación menor al 90% y para todos los suelos de grano grueso con grandes coeficientes de permeabilidad. Los análisis de asentamientos por consolidación son usados para todos los suelos de grano fino saturados o con un grado de saturación mayor al 90%, donde la teoría de consolidación se aplica.

La estimación de los asentamientos para los valores de capacidad portante de seguridad, fueron realizados mediante expresiones de la teoría elástica y la teoría de la consolidación.

Tabla 43 Asentamientos

Zapata Corrida				Asientos Fundaciones Flexible			
Ancho	Largo	m	Ip	Esquina	Centro	Valor medio	Carga total
(m)	(m)			(cm)	(cm)	(cm)	(T)
1,20	1,00	0,83	0,51	1,13	2,26	1,92	**12,60**
1,40	1,00	0,71	0,47	1,21	2,43	2,06	**14,70**
1,50	1,00	0,67	0,45	1,25	2,50	2,12	**15,75**
1,60	1,00	0,63	0,44	1,29	2,57	2,18	**16,80**