

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN EN NEUMÁTICO
USADO EN EL MUNICIPIO DE LA MESA**

**LIZETH DANIELA OSPINA
MARÍA MIRELIS CÓRDOBA PALACIOS
BRANDON ALCIDES BENAVIDES PAMPLONA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT
2019**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN EN NEUMÁTICO
USADO EN EL MUNICIPIO DE LA MESA**

**LIZETH DANIELA OSPINA
MARÍA MIRELIS CÓRDOBA PALACIOS
BRANDON ALCIDES BENAVIDES PAMPLONA**

Proyecto de Grado presentado para optar por el título de Ingeniero Civil

**Coordinador
JAIRO YAMID NUÑEZ HERNÁNDEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT
2019**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 22 de mayo de 2019

Dedicatoria

Este trabajo de investigación es dedicado mi familia con el gran apoyo, me han brindado, la confianza de seguir creciendo en conocimiento, a mi madre Flor Angela Ospina que con su gran esfuerzo me ha enseñado la humildad que necesito para alcanzar las metas propuestas cada día para obtener mis sueños y ante todo a Dios porque, solo él sabes lo que yo necesito.

Daniela Ospina

En el transcurso de este proceso, primordialmente agradecer a Dios por poner en mi corazón el coraje para iniciar, a mis padres Yolanda P. y Jaime C. Por su apoyo y gran comprensión en los momentos de angustia y a mí por no desfallecer con los diferentes obstáculos que se me presentaron.

Mirelis Córdoba

Primero le doy gracia a Dios, por brindarme la oportunidad de poder cursar mis estudios y desarrollar este proyecto, con amor y entrega. A mis padres que siempre me han apoyado con su paciencia, amor, motivación y confianza en mí. A mis profesores de la facultad de ingeniería por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Han hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y apoyo.

Gracias a todas las personas de la universidad por su amabilidad y buen trato que me brindaron como alumno de pregrado.

Gracias a mis compañeras por su apoyo incondicional en este trabajo de investigación y gracias al magnifico equipo de la comunidad de Rincón santo de la Mesa Cundinamarca por tan buena disposición con la que nos acogieron, amabilidad, confianza y compromiso que nos brindaron a nuestro trabajo para poderlo hacer realidad.

Por último, agradezco a toda mi familia y amigos que siempre estuvieron apoyándome, brindándome lo mejor de cada uno.

Brandon Benavidez

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecemos a nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede Girardot, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ingeniero José Yamid Núñez tutor de nuestro proyecto de grado quien ha guiado con su conocimiento y su rectitud como docente, a los ingenieros María Claudia Vera, Leandro por sus aportes en las dudas que se nos presentaron y a los habitantes de la comunidad del barrio Rincón Santo (La Mesa- Cund.) Por su valiosa ayuda en la ejecución del muro de contención.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	19
1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo General	24
3.2 Objetivos Específicos	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1 Ubicación geográfica	25
4.2 Marco Teorico	27
4.2.1 Muros de contención de tierras.	27
4.2.2 Tipos de muro de contención.	28
4.2.3 Muros de contención a gravedad.	28
4.2.4 Tipos de fallas.	32
4.2.5 Materias primas del neumático.	34
4.2.6 Estructura de llanta.	35
4.2.7 Uso del neumático.	36
4.2.8 Aprovechamiento de llantas usadas.	37

4.3	Marco Conceptual	38
	MURO:	38
	Reciclar:	38
4.4	Estado del arte (antecedentes).	39
4.5	Marco Legal	41
5.	METODOLOGÍA	44
5.1	Tipo de investigación	44
5.2	Fases de observación indirecta o Exploratoria	44
5.2.1	Recolección de información.	44
5.2.2	Observación de población afectada.	44
5.3	Proceso Procedimientos	45
5.3.1	Planeación.	45
5.4	Estudios previos.	46
5.5	Procedimiento del estudio: SPT.	47
5.6	Fase de diseño.	52
5.7	Perfil del suelo.	52
5.8	Ensayo de calicata.	53
5.9	Granulometria.	55
5.9.1	Limites de consistencia.	56
6.	MODELACION DEL DISEÑO	59
7.	MATERIA PRIMA	60
7.1	Recolección de neumáticos usados	60
7.2	Almacenamiento	61

7.3	Traslado del material descargue de material	62
7.4	Fase de elaboración	64
7.5	Diseño de muro del muro de contención	64
7.6	Construcción del muro	66
7.7	Descapote de terreno y corte de pendiente	66
7.8	Preparación de cimientos	68
7.9	Amarre de los neumáticos	70
7.10	Relleno y compactación de neumáticos	70
7.11	Nivelación por capas	71
7.12	Drenajes del muro	72
7.13	Cada sección del muro	74
7.14	Densidad de Suelo compactado	75
8.	RESULTADOS	79
8.1	Cono de arena	79
8.2	Límites de consistencia	83
8.3	Método de Spencer.	86
8.4	Método de Bishop Simplified.	88
9.	CONCLUSIONES	90
10.	RECOMENDACIONES	91
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Cronograma de actividades.	45
Cuadro 2. Cantidad de neumáticos por hilera.	75
Cuadro 3. Datos tabulados del ensayo del cono de arena.	77
Cuadro 4. Propiedades de los materiales empleados usualmente en los llenos.	80
Cuadro 5. Resultado de análisis granulométrico.	81
Cuadro 6. Resultados límites de consistencia.	83
Cuadro 7. Resultados de suelos según A.A.S.H.T.O.	85
Cuadro 8. Resultado de método de Spencer.	86
Cuadro 9. Resultados método de Bishop Simplified.	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicacion geográfica municipio de la Mesa- Cund.	26
Figura 2. Ubicacion geográfica Barrio Rincón santo, Mesa – Cund.	26
Figura 3. Ejemplos muros flexibles,	30
Figura 4. Esquema de llantas usadas con arreglo total en las llantas.	31
Figura 5. Muro en llantas usadas, utilizando llantas con tirantes como elemento de anclaje.	32
Figura 6. Falla por deslizamiento.	33
Figura 7. Falla por volcamiento.	34
Figura 8. Estructura típica de un neumático de un automóvil	36
Figura 9. Estudio de suelos por medio de equipo de penetración (SPT)	48
Figura 10. Dimensiones de la muestra,	49
Figura 11. Lavado de muestra en tamiz # 200	50
Figura 12. Ensayo de granulometría	50
Figura 13. Muestra para ensayo de límite	51
Figura 14. Ensayo de Casa Grande, para determinar la plasticidad de la muestra	52
Figura 15. Muestra de suelo, Calicata 1	54
Figura 16. Excavación para sacar muestra de suelo	54
Figura 17. Suelos gruesos, calicata 1	55
Figura 18. Suelos finos, calicata	56
Figura 19. Muestra para ensayo, cazuela Casagrande	57
Figura 20. Preparación de la muestra para toma de límite líquido	57

Figura 21. Toma de medida, bastones límite plástico	58
Figura 22. Peso de muestra para ensayo limite plástico	58
Figura 23. Modelo del muro en SLIDEO6	59
Figura 24. Recolección de materia prima (neumáticos)	60
Figura 25. Recolección de más neumáticos usados	61
Figura 26. Almacenamiento del material (neumáticos)	62
Figura 27. Cargue de volqueta con neumático	63
Figura 28. Transporte de neumáticos	63
Figura 29. Descargue de material	64
Figura 30. Vista trasversal del muro	65
Figura 31. Vista frontal del muro	66
Figura 32. Descapote y limpieza del terreno	67
Figura 33. Corte realizado al terreno, para iniciar labores	68
Figura 34. Diseño de la cimentación del muro	69
Figura 35. Detalle en situ de amarre y cimentación de los neumáticos	69
Figura 36. Amarre de los neumáticos	70
Figura 37. Relleno y compactación en situ, de los neumáticos	71
Figura 38. Nivelación del terreno, con equipo neumático,	72
Figura 39. Diseño de filtros	73
Figura 40. Filtros instalados en el muro	74
Figura 41. Ensayo en situ, densidad del suelo	76

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Método Spencer.	87
Gráfica 2. Método de Simplified	89

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Datos del muro Slide 06	96
Anexo B. Datos de tipología del suelo arcilla	97
Anexo C. Datos de tipología de suelo limo areniscas	98
Anexo D. Estudio de suelos	99
Anexo E. Presupuesto de obra	100
Anexo F. Cronograma de actividades	101

Resumen

El desarrollo de este trabajo se centra en dos partes, la primer parte es primordialmente en brindar solución al desprendimiento de material terreo en taludes que se encuentran situados en el barrio RINCON SANTO del municipio de la mesa- Cundinamarca, realizando la construcción de un muro de contención en llanta , esta técnica de estabilización y contención de taludes ya ha sido herramienta de estudio en otras tesis, donde se demuestra que es posible llevar a cabo la construcción de muro flexibles permitiendo seguridad, facilidad en el proceso constructivo y manejo de bajo presupuesto, poniéndolo en paralelo con las construcciones convencionales de muros en concreto reforzado.

La construcción consta de un muro de gravedad en llanta reciclada, con la ayuda de la comunidad afectada; para la construcción se realizan ensayos de suelos y se toma como base el método experimental de otras tesis, donde previamente se realizaron las pruebas de empuje lateral y características de las propiedades mecánicas de las llantas.

Por otro lado, la segunda parte se basa en la contribución con el medio ambiente, dando a conocer que es una buena solución a la mitigación de grandes depósitos de llantas que se encuentran en su mayoría de casos acumuladas, contribuyendo a una problemática de salud pública, siendo una alta fuente de cultivos de mosquitos y otros agentes propagadores de enfermedades.

Palabras Claves

Muro, llantas, Asentamientos, Reciclar

Abstract

The development of this work focuses on two parts, the first part is primarily to provide solution to the detachment of earth material in slopes that are located in the neighborhood SANTA RINCON of the municipality of Lamesa-Cundinamarca, making the construction of a retaining wall In a recycled tire, this slope stabilization and containment technique has already been a study tool in other theses, where it is demonstrated that it is possible to carry out the construction of this type of wall allowing safety, ease in the construction process and low management. budget, putting it in parallel with conventional constructions of walls in reinforced concrete.

The construction consists of a gravity wall in a recycled tire, with the help of the affected community; For the construction, soil tests are carried out and the experimental method of other theses is taken as a basis, where the lateral thrust tests and characteristics of the mechanical properties of the tires were previously carried out.

On the other hand, the second part is based on the contribution to the environment, making known that it is a good solution to the mitigation of large tire deposits that are mostly accumulated cases, contributing to a public health problem, being a high source of mosquito cultures and other disease-spreading agents.

Keyword

Wall, Tires, Settlements, Recycle

Introducción

El presente trabajo comprende el estudio previo que se debe realizar en el momento de elaborar el diseño constructivo de un muro de contención flexible con material reciclable, esto con el fin de atenuar el deslizamiento que se está presentando en el Barrio Rincón Santo en épocas de lluvia que afectan la comunidad.

La característica principal de este muro de contención de tipo flexible es su material de fácil acceso y económicos, ya que, está conformado por la reutilización de llantas usadas del municipio de La Mesa Cundinamarca.

Para analizar esta problemática es importante mencionar que los neumáticos, se encuentran en un tiradero donde están ocasionado daño ambiental que produce este, por su almacenamiento de aguas y de este modo provocando enfermedades a la población cercana que habitan allí.

La investigación de esta problemática socio ambiental, se realizó con el interés de mejorar las condiciones de vida de la comunidad del Barrio Rincón Santo.

Por otra parte, acorde a los estudios geotécnicos realizados en el sector, fue posible determinar aspectos importantes como lo son la tipología de suelos y la capacidad de carga que se

requiere para la construcción del muro flexible, teniendo en cuenta la reglamentación que establece la NRS-10 título H.

Este proyecto de investigación parte con el sentido de aportar a la comunidad del Barrio Rincón Santo el mejoramiento de las condiciones de vida, por otro lado, brinda el cuidado del medio ambiente al utilizar material reutilizable.

1. Planteamiento De Problema

Uno de los grandes retos de la ingeniería civil, es de brindar soluciones útiles, prácticas y amigables con el medio ambiente; que mejoren la calidad de vida de las comunidades vulnerables, este es el caso del BARRIO RINCÓN SANTO, en el municipio de La Mesa (Cundinamarca) ubicado a $4^{\circ}63'41''$ latitud Norte y $74^{\circ}46'35''$ latitud Oeste localizadas en la zona Norte de la meseta en donde se puede observar que algunas de las viviendas que se encuentran allí, están expuestas a un daño causado por un talud que presenta deslizamientos, invadiendo la vía de absceso, con barro y piedras durante épocas de invierno, provocando interrupciones en la vía generando afectaciones a barrios cercanos que tiene que tomar esta ruta para transitar. Con relación a lo anterior se realizó una visita, en la cual se observó que esta es una comunidad vulnerable, carecen de recursos e ingresos económicos bajos para realizar la construcción de un muro de contención convencional (hormigón armado).

A demás de ello, la corporación Universitaria Minuto de Dios busca formar profesionales con sentido social, competentes, éticamente orientados y comprometidos con la transformación social mejorando las condiciones de vida de las comunidades cercanas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se genera el siguiente interrogante:

¿Con la construcción de un muro flexible en llantas usadas es posible contener el talud que está presentando deslizamientos ocasionando afectación a la comunidad del barrio Rincón Santo?

2. Justificación

Este proyecto va dirigido a la comunidad del Barrio Rincón Santo con el fin de realizar el diseño y construcción de un muro de retención de neumático usado; empleando conocimientos de ingeniería en el diseño. Visualización, localización y dimensión del lugar afectado, así como estudios previos de geotecnia, para analizar la estructura del suelo en el cual se va a implementar en muro de contención.

Se aportan conocimientos constructivos de ingeniería civil y ambiental, donde se quiere atenuar el deterioro del ecosistema dando el correcto manejo a los neumáticos que se encuentran fuera de uso. Teniendo en cuenta que la degradación de cada una de estos, dura alrededor de 500 años de acuerdo al reporte del Instituto Nacional de Ecología (INE) (SERVIA, 1999), “representando un bajo índice de toxicidad a la comunidad expuesta al material; es de resaltar que hoy en día el país esta en un constante crecimiento del parque automotor del 10,6%” (pais.com.co, 2019) lo cual aumenta considerablemente el uso y posterior desecho de neumáticos en grandes proporciones. Es por esa razón que se va aprovechar su uso, porque permite su fácil adquisición y disposición en la obra.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar y construir un muro de contención con neumáticos usados, para la comunidad del Barrio Rincón Santo (La Mesa – Cundinamarca), con el fin de contener el talud que afecta el acceso a algunas viviendas del barrio.

3.2 Objetivos Específicos

- ❖ Identificar la necesidad y efectuar una inspección visual de la zona y de sus alrededores.

- ❖ Realizar estudios geotécnicos los cuales brinden las características principales del suelo.

- ❖ Modular el diseño según características encontradas en los estudios a través del programa SLIDE 06

- ❖ Llevar a cabo la construcción de un muro de contención con neumático usados.

4. Marco Referencial

4.1 Ubicación geográfica

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en el Barrio Rincón Santo, del Municipio de La Mesa (Cundinamarca) ubicado geográficamente $4^{\circ}63'41''$ latitud Norte y $74^{\circ}46'35''$ latitud Oeste Meridiano de Greenwich en la zona Norte de la meseta. El municipio está ubicado a 69 km del suroeste de la capital (Bogotá) localizada a $40^{\circ}36'06''$ latitud Norte, $74^{\circ}27'58''$ a 1250 metros sobre el nivel del mar; con una temperatura urbana en 22°C lo cual lo hace una región cálida y tropical.

La Mesa es la provincia del Tequendama lo cual lo limita los municipios de Tena, Anapoima, Mesitas del colegio y al occidente Cachipay.



Figura 1. Ubicacion geográfica municipio de la Mesa- Cund.

Fuente. (Wikipedia, 2019)

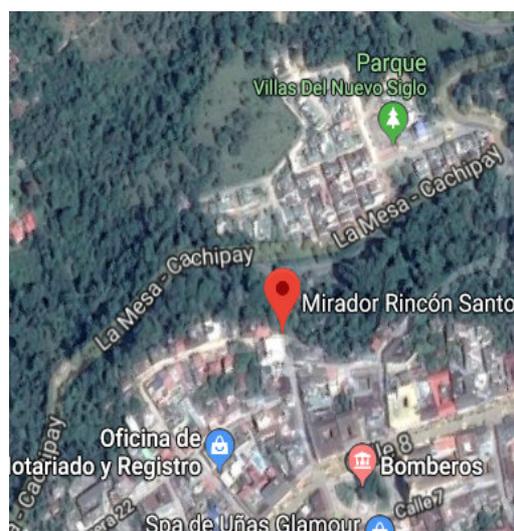


Figura 2. Ubicacion geográfica Barrio Rincón santo, Mesa – Cund.

Fuente. (Google Maps, 2019)

4.2 Marco Teorico

En este proyecto se encuentran plasmadas características que nos brindan el diseño de muro de contención de tipo flexible donde encontramos las reglas importantes

4.2.1 Muros de contención de tierras.

En numerosas construcciones es necesario establecer dos niveles a distinta cota en un terreno, que puede ser natural o bien un relleno artificial. Cuando existe espacio puede bastar un talud, pero otras veces no es posible, como cuando se excava el sótano de un edificio con otros colindantes. Para solucionar el problema se construye una estructura de contención que soporte, de forma activa o pasiva, los empujes del terreno y otro tipo de acciones, entre las que las hidrostáticas son muy importantes. Además, esta estructura debe transmitir dichas acciones al terreno en condiciones seguras. El proyecto de estos elementos constituye un problema de interacción entre el suelo y la estructura para retener un material de forma segura y económica.

Las estructuras de contención se clasifican en dos grandes grupos, aquellas que se ejecutan en el interior del terreno y los muros. La mayoría de los muros tradicionales son estructuras de contención rígidas, que cumplen su función sin cambiar de forma, lo cual implica que sus movimientos serán prácticamente de giro y desplazamiento del conjunto, sin que sean apreciables las deformaciones de flexión o acortamiento. (Piqueras, 2016, pág. 89)

4.2.2 Tipos de muro de contención.

- ❖ Muros de gravedad
- ❖ Muros estructurales
- ❖ Mixtos: muros de jaula o criba, tierra armada y suelos reforzados

4.2.3 Muros de contención a gravedad.

Un muro de contención que depende solamente de su propio peso para funcionar es designado como un muro de gravedad". (Allan Block Retaining Walls, pág. 1) Son elementos principalmente pasivos, los cuales soportan cargas laterales por la tendencia del suelo a moverse. La altura que puede usarse en los muros de gravedad es muy limitada, especialmente cuando se encuentra cimentada sobre suelos arcillosos; sin embargo, a pesar de sus limitaciones, los muros de gravedad y en voladizo se utilizan con mucha frecuencia para la prevención y remediación de amenazas a deslizamientos de tierra. En los deslizamientos las fuerzas que actúan sobre los muros son relativamente grandes, debido a que el suelo en el deslizamiento solamente posee su resistencia residual (Morgenstern, 1982) y no es fácil estabilizar un deslizamiento con estructuras convencionales de contención. Los muros de gravedad son, con frecuencia, eficientes para estabilizar deslizamientos pequeños, pero es difícil y en ocasiones no es viable, estabilizar movimientos de gran magnitud, especialmente los deslizamientos rotacionales. (Suarez, s.f.)

4.2.3.1 Tipos de muro de Gravedad.

Se deben diferenciar dos tipos generales de muros de gravedad:

- ❖ **Muros rígidos:** En esta categoría se encuentran los muros de concreto reforzado, concreto simple y concreto ciclópeo.

- ❖ **Muros flexibles:** Se incluyen los muros en gaviones, los muros cribas, lo pedraplenes y los muros de tierra con llanta usada, entre otros. (Suarez, s.f., pág. 2)

4.2.3.2 Muros de gravedad Flexibles.

Son estructuras masivas y flexibles. Se adaptan a los movimientos. Su efectividad depende de su peso y de la capacidad de soportar deformaciones importantes sin que se rompa su estructura. Los muros flexibles son estructuras que se deforman fácilmente por las presiones de la tierra sobre ellas o que se acomodan a los movimientos del suelo y generalmente, se diseñan para resistir presiones activas en lo que se refiere a su estabilidad intrínseca y actúan como masas de gravedad para la estabilización de deslizamientos de tierra.

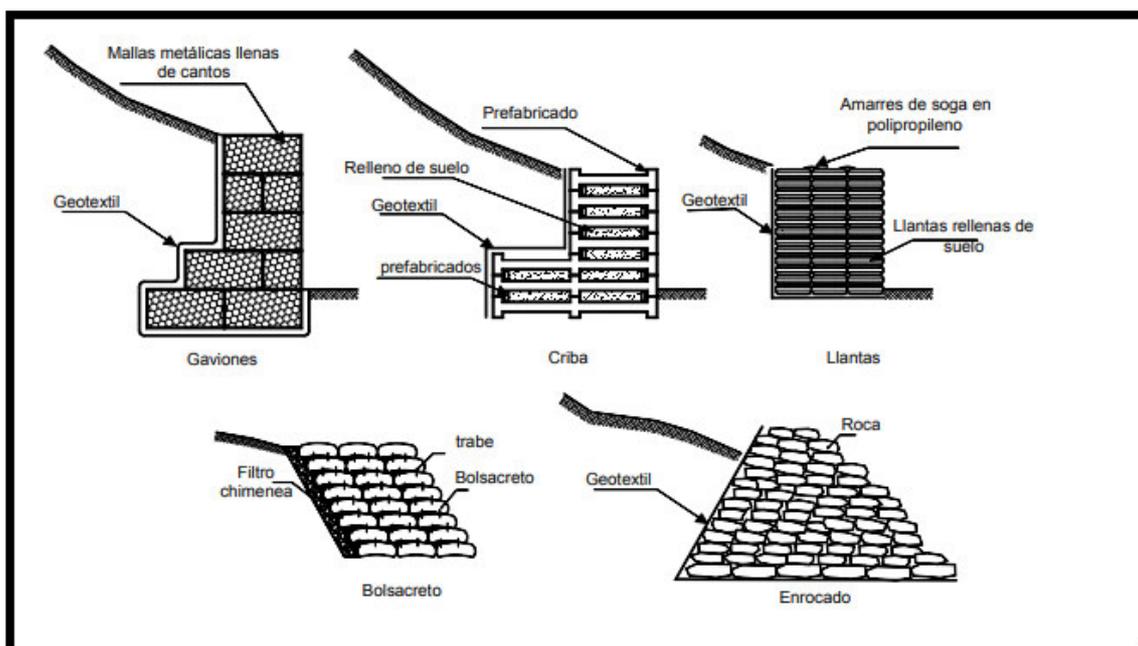


Figura 3. Ejemplos muros flexibles,

Fuente. (Suarez, s.f., pág. 116)

Existen muchos tipos de muros flexibles, entre ellos los más populares son:

- ❖ Muros en gaviones
- ❖ Muros de elementos prefabricados (Muros Criba)
- ❖ Muros de llantas usadas
- ❖ Muros de enrocado
- ❖ Muros de bolsacreto

Cada uno de estos tipos de muros posee unas características especiales de construcción, diseño y comportamiento. (Suarez, s.f., pág. 7)

4.2.3.3 Muro de Llantas usadas.

Los muros en llantas usadas conocidos como Pneusol o Tiresoil, consisten en rellenos de suelo con llantas de caucho usadas embebidas. Las llantas son unidas entre sí por sogas de refuerzo. Generalmente, se utilizan sogas de polipropileno y se conoce de la utilización de elementos metálicos.

Los muros de llantas usadas son muy flexibles y se acomodan fácilmente a los asentamientos diferenciales. Cada llanta se conecta a su vecina con sogas de polipropileno o nylon. Generalmente, se utilizan tendones de 8 a 10 mm de diámetro. Sumanarathna (1997), reporta muros hasta de 20 metros de altura utilizando llantas usadas. (Suarez, s.f., pág. 14)

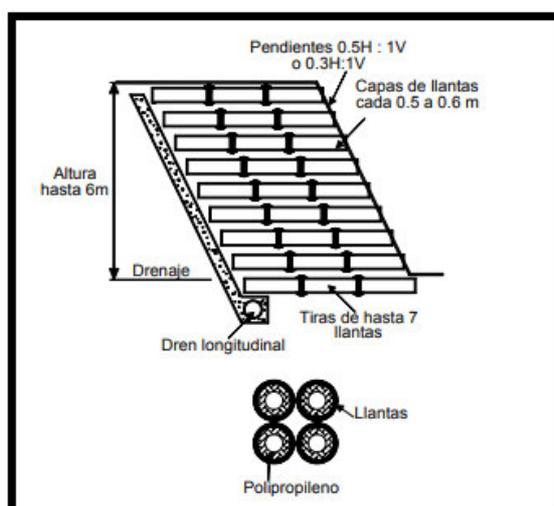


Figura 4. Esquema de llantas usadas con arreglo total en las llantas.

Fuente. (Hausmann, 1990). (Suarez, s.f., pág. 13)

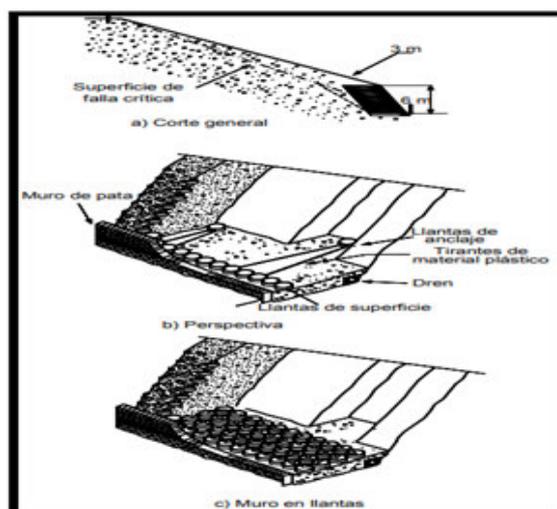


Figura 5. Muro en llantas usadas, utilizando llantas con tirantes como elemento de anclaje.

Fuente. (Suarez, s.f., pág. 14)

4.2.4 Tipos de fallas.

4.2.4.1 Deslizamiento.

La falla de deslizamiento es evidente cuando la pared se mueve hacia adelante y ocurre cuando las fuerzas horizontales que tienden a causar deslizamiento son mayores que las fuerzas horizontales que resisten el deslizamiento. Generalmente, esto ocurrirá cuando se subestima la fuerza motriz o se sobrestima la fuerza de resistencia. (Allan Block Retaining Walls, pág. 10) La subestimación de la fuerza motriz es el error más común y generalmente se debe a:

- ❖ Ignorar las fuerzas de sobrecarga de otras paredes.

- ❖ Diseñar para un relleno de nivel cuando el relleno está inclinado.
- ❖ Usar suelos cohesivos para el relleno.

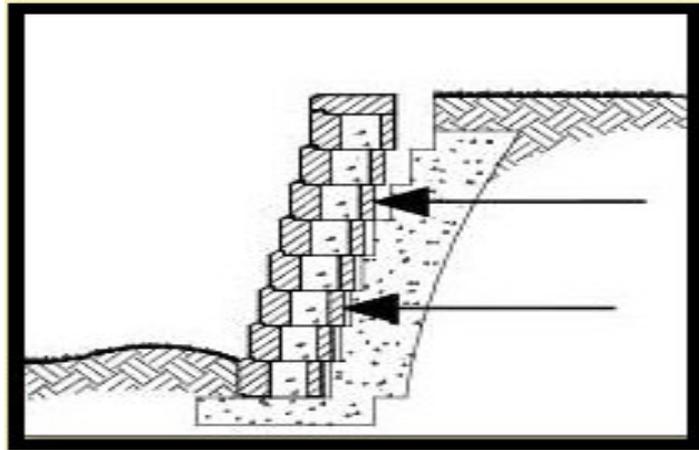


Figura 6. Falla por deslizamiento.

Fuente. (Allan Block Retaining Walls, pág. 10)

4.2.4.2 Volcamiento.

La falla de volcamiento es evidente cuando la pared gira alrededor de su borde frontal inferior (también llamado la punta de la pared). Esto ocurre cuando la suma de los momentos que tienden a causar un vuelco es mayor que la suma de los momentos que resisten el vuelco. Como con el deslizamiento, las fallas que se vuelcan generalmente se deben a una subestimación de las fuerzas motrices. (Allan Block Retaining Walls, pág. 10)

Para la retención de tierras aplicamos el diseño de muro de gravedad de tipo flexible, el cual se ajusta al proyecto de investigación en la construcción de un muro en llantas, teniendo en cuenta la aplicación de las teorías de Rankine y de Coulomb donde nos hablan

de empujes activos y los empujes pasivos son importantes para el desarrollo de este proyecto de investigación para si determinar las posibles fallas presentes.

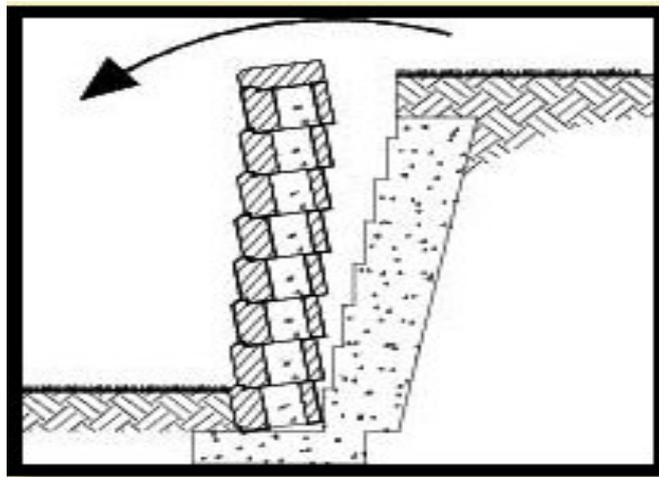


Figura 7. Falla por volcamiento.

Fuente. (Allan Block Retaining Walls)

4.2.5 Materias primas del neumático.

Las llantas están compuestas de una gran cantidad de materiales que les dan, dependiendo del uso al cual se destinan, sus características especiales como resistencia a la carga, posibilidad de manejar alta presión, características de adherencia entre otros. Está compuesta:

❖ **Caucho:** Caucho natural, caucho de butadieno estireno, caucho polibutadieno, caucho isobuteno-iopropeno y caucho de isobuteno isopropeno halogenado, compuestos azufrados, resinas fenólicas, hidrocarburos aromáticos, nafténicos y parafínicos, crudos pesados.

❖ **Textiles:** Poliéster, nylon, entre otros.

❖ **Pigmentos:** Óxidos de zinc y titanio, negro de humo, entre otros.

❖ **Antioxidantes y rellenos:** Ácidos grasos, sílica, otros materiales inertes.

4.2.6 Estructura de llanta.

La llanta es un conjunto de componentes que se fabrican y ensamblan con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Cada uno de los componentes posee una función específica y es constituido por una mezcla particular de materias primas.



Figura 8. Estructura típica de un neumático de un automóvil

Fuente. (Allan Block Retaining Walls, pág. 10)

4.2.7 Uso del neumático.

La llanta de automóvil: Pesa 11,5 kg cuando nueva y 9,0 kg después de usada lo que significa que se pierde por fricción cerca del 2,5 kg

Llanta de camión: Pesa 54,5kg cuando esta nueva y 45,5 kg después de usada lo que significa que pierde por fricción cerca del 9,0 kg. Para la fabricación de las llantas de automóvil se requiere 1/8 de barril de petróleo (20 litros) y ½ barril (80 litros) para una llanta de camión de carga. (Guia para el manejo de llantas usadas, 2006, pág. 17)

Toxicidad del Neumático: Las llantas usadas no se consideran en Colombia como residuos peligrosos, sin embargo, requiere ser devueltas a los productores para favorecer el

reciclaje, aprovechamiento como agregado asfáltico o el reencauche, así como evitar que sean quemadas en espacios a cielo abierto y como combustible en actividades informales (Sostenible)

4.2.8 Aprovechamiento de llantas usadas.

Se deberá fomentar el aprovechamiento de llantas usadas en el territorio nacional, mediante la reutilización, reciclaje y la valorización de sus componentes energéticos.

El aprovechamiento de las llantas usadas podrá realizarse mediante actividades tales como la utilización de llantas usadas en mobiliarios urbanos, construcción de taludes, jarillones y tuberías, canchas sintéticas, construcción de vías urbanas con asfalto modificados con GCR, la valorización del componente energético de la llanta usada mediante la compresión, pirolisis, gasificación y demás opciones que ambiental y tecnológicamente sean viables. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017) Como lo plantea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo, el uso de las llantas en las diferentes actividades es aplicado a la construcción de un muro de contención que permita la reutilización de este material.

Es importante conocer las características principales con las cuales se van a trabajar en el proyecto de investigación como es el caso del neumático usado, lo cual podemos determinar su peso y sus componentes que son importantes en el momento determinar qué tipo llanta a utilizar.

4.3 Marco Conceptual

MURO: son estructuras de contención de tierras que se ejecutan bien tras la excavación del terreno, o bien antes del relleno. Los muros de gravedad contrarrestan el empuje del terreno con su peso. Los muros estructurales, de hormigón armado, trabajan como un voladizo vertical. Los muros de tierra armada y de suelo reforzado se construyen con una armadura que se introduce en el propio suelo para que actúe el conjunto como un todo uno. (Piqueras, 2016, pág. 90)

Reciclar: consiste en la recuperación del residuo mediante diversas técnicas, para la elaboración del mismo producto o de otros, a efectos de volverlo a introducir en la cadena de comercialización. En el caso de las llantas existe gran variedad de técnicas para el reciclaje como son el uso como relleno o ligante en asfaltos, uso como combustible, obtención de hidrocarburos, obtención de materias primas para industria del caucho y derivados, entre otros (Guia para el manejo de llantas usadas, 2006, pág. 15)

NEUMÁTICO: el neumático es una pieza de forma toroidal, y realizada a partir del caucho, que se dispone en las ruedas de diversos vehículos y maquinarias como ser: automóviles, camión, avión, bicicleta, motocicleta, maquinaria de industria, carretillas y grúas, entre otros. (Definicion Abc, s.f.)

ASENTAMIENTOS: los asentamientos de un terreno angular se desarrollan durante la construcción de muro y relleno y los asentamientos en terrenos cohesivos se desarrollan con la teoría de consolidación (Hurtado, s.f.)

4.4 Estado del arte (antecedentes).

Para la fundamentación de este proyecto, se realizó la compilación de los resultados de otras investigaciones, es decir establecer que se ha elaborado recientemente sobre la construcción con material reciclado (llantas) para estabilizar talud, y en otras implementaciones a nivel internacional y nacional como es el:

Proyecto de grado: construcción y análisis de un modelo experimental de muro de contención, fabricado con llantas recicladas usando suelo in situ.

Este proyecto fue realizado en el 2017 por los estudiantes de la universidad Distrital Francisco José de Caldas con el fin de realizar un análisis experimental de muro de contención por gravedad construido con llantas recicladas realizando una comparación con un muro contención convencional de gravedad, donde permite determinar el comportamiento que tiene este tipo de estructuras frente a los esfuerzos que genera una masa de suelo en condición del talud (Jhony Alejandro Criollo Polanco, 2017)

Al igual que el proyecto anterior, busca determinar las características principales que se requieren para obtener los datos necesarios con aplicación de procedimientos como ensayos geotécnicos que nos ayudan a determinar las características importantes del suelo para obtener los resultados necesarios que nos encaminan a determinar la tipología con la cual va contra el muro de contención elaborado en llantas usadas.

Por otro lado, se encuentra uno de los modelos más sólidos que se ha trabajado a nivel internacional es el **manual y construcción y mantenimiento de muros en llantas** elaborado en el 2016 por la Arquitecta. Brenda Antúnez dirigido a la los barrios más populares de Tegucigalpa, Honduras donde es el país con mayor vulnerabilidad a los fenómenos naturales causados por el cambio climático. El presente manual contribuye a la búsqueda de soluciones de adaptación a los impactos de eventos del clima severo y extremos. Mediante la construcción de muros de contención con llantas usadas, por ello se aborda la problemática del cambio climático y por ende proporciona soluciones a los problemas de inestabilidad de los suelos aplicando muros con material reciclado. (Antunez, 2016)

Este manual permite tener una visión la cual nos muestra el paso a paso que debemos tener en cuenta en el momento de la construcción del muro, las posibles variables que se pueden presentar en su ejecución, y también nos brinda las recomendaciones importantes para poder realizar este tipo de construcciones ecológicas.

A diferencia de proyectos de grado/o artículos mencionados anteriormente, se encuentra **Eco Muro Olopa, en Chiquimula Guatemala** encontramos el Muro ecológico más grande en el cual se encuentra elaborado de 15 mil llantas instaladas donde se puede ver una muestra de emprendimiento a base de la conservación del medio ambiente. Este proyecto del ecoparque tiene como finalidad recolectar 100 mil neumáticos usados. “donde se puede identificar que la iniciativa es positiva porque las llantas habitualmente son acumuladas en tiraderos o son quemadas “. Actualmente es conocido en la zona como un parque ecológico, ya que se puede observar mesas, muros, baños y eco pozos a base de la reutilización de las llantas. (Canal, 2017)

A partir de los antecedentes mencionados, es posible evidenciar que el contenido de las investigaciones anteriores aporta herramientas e información que es productiva para la elaboración del proyecto.

4.5 Marco Legal

Teniendo en cuenta las diferentes normas existentes que incluyen de manera directa aspectos relacionados con la construcción del muro de contención y el manejo ambiental, se pretende dentro de este marco legal la normatividad que rige el tema estudiado. Se presentarán a continuación las diferentes leyes y artículos abordado de la siguiente manera:

“(...) Artículo 12. Aprovechamiento de llantas usadas podrá realizarse mediante actividades tales como la utilización de llantas usada en inmobiliarios urbanos,

construcción de talud, jarillones y tuberías, canchas sintéticas, construcción de vías urbanas con asfalto modificado con GBR. (RESOLUCIÓN N° 1326, 2017)

Como se plantea en la resolución anterior, el aprovechamiento de las llantas en la aplicación de este proyecto de investigación, es la contribución con el medio ambiente, dándole un aprovechamiento adecuado, el cual está ayudando a una comunidad y a su vez, siendo la materia principal para la realización del muro de gravedad.

“(…) Artículo 79 Y 80. Constitución política consagra el derecho de gozar de un ambiente sano y el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificando el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables. (RESOLUCIÓN N° 1326, 2017)

A partir de lo anterior, es posible identificar el buen uso del material no renovable con el fin de mejorar y proteger el medio ambiente el cual estaba siendo afectado por la acumulación de neumáticos en zonas no aptas para este tipo de material donde se encontraba en un tiradero municipal de escombros y material de obra.

“(…) Título H. Comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforación y sondeo 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.

(NSR-2010, s.f.)

Con relación a la normatividad anterior podemos determinar los diferentes tipos de estratos con los que cuenta el suelo el cual vamos a trabajar y las recomendaciones que se deben de tener en cuenta para su construcción.

“(…) I.N.V.E-161-13 Este método de ensayo se usa para determinar la densidad de los suelos compactados, utilizados para construir terraplenes, rellenos viales y rellenos estructurales. Se usa con frecuencia, como base para la aceptación de suelos compactados a una densidad especificada o un porcentaje de densidad máxima determinada por los métodos de ensayo de las normas INV E – 141 o INV E – 142. (I.N.V.E 161, s.f.)

5. Metodología

5.1 Tipo de investigación

El proceso metodológico para este proyecto será por medio de investigación descriptiva, por el método de observacional que el cual permite examinar, localizar y dar solución oportuna a la problemática que afecta la comunidad, brindando la oportunidad de ser desarrollada en las siguientes fases que son indirectas y directas. (Martinez)

5.2 Fases de observación indirecta o Exploratoria

5.2.1 Recolección de información.

Se realiza el estudio de diferentes trabajos de grados y de documentos donde se recopila información la cual nos brinda como soporte para los antecedentes de este escrito.

5.2.2 Observación de población afectada.

Se realiza una inspección visual a la zona, donde se identifica el estado vulnerable en el que se encuentran las personas que viven en el barrio Rincón Santo del municipio de La Mesa Cundinamarca, por su mal estado en la su vía de acceso donde se realiza un análisis técnico (inclinación del talud, precipitación y características físicas del terreno).

5.3 Proceso Procedimientos

5.3.1 Planeación.

En esta actividad se establece el cronograma de actividades que son propias para el desarrollo de la monografía en el tiempo establecido para su entrega.

Cuadro 1. Cronograma de actividades.

Actividad	Fecha
Idea de monografía	11 de febrero 2019
Elaboración del planteamiento del problema	12 de febrero 2019
Estructura de justificación	13 de febrero 2019
diseño de Objetivos general y específico	13 de febrero 2019
recopilación de información (marco geográfico, marco teórico, marco legal)	13 de febrero 2019
Revisión bibliográfica para la redacción del estado de arte	3 de marzo 2019
Revisión de documentos para la normatividad de marco legal	4 de marzo 2019
Estudio geotécnico, suelo	15 de marzo 2019
Análisis de estudio de suelos	23 de marzo 2019
Elaboración de proceso metodológico	15 de abril 2019
Recolección de materia prima (Neumáticos)	23 de abril 2019
Diseño de muro de Contención	24 de abril 2019
Traslado de materia prima	30 de abril 2019

Actividad	Fecha
Descapote del terreo con retro excavadora	30 de abril 2019
Excavación del talud	30 de abril 2019
Traslado de material de relleno (escombros de obra y llantas usadas)	30 de abril 2019
Conformación del nivel del terreno	30 de abril 2019
Inicio construcción del Muro	4 de mayo 2019
Excavación manual y nivelación	4 de mayo 2019
Colocación, Amarres y relleno de las llantas	4 de mayo 2019
Ubicación de los filtros	4 de mayo 2019
Ensayo de calicata	8 de mayo 2019
Toma de densidades	10 de mayo 2019
Toma de coordenadas	10 de mayo 2019
Finalización de la construcción del muro	11 de mayo 2019
Resultados de proceso constructivo	15 de mayo 2019
Sustentación de monografía	e mayo 2019

5.4 Estudios previos.

Se ejecuta el estudio de suelos y Geotécnico para determinar la viabilidad en la construcción de muro de contención con material reciclado determinando las características físicas del suelo que son aplicadas para muros de contención que son cohesión, densidad y el ángulo de fricción, realizado bajo los parámetros establecidos por la NRS-2010

5.5 Procedimiento del estudio: SPT.

❖ El día 15 de marzo del 2019, se lleva a cabo uno (1) sondeo a una profundidad de 6.10 metros con un equipo de penetración estándar (SPT)

❖ El punto de apique se limpia muy bien, eliminado capa vegetal para realizar el sondeo

❖ La perforación se inicia con un hueco, utilizando pala, hoyadora y/o barra hasta Un metro (1.00 cm) de profundidad

❖ Se coloca la tubería de perforación y se baja hasta la profundidad donde se encuentra el manto del suelo

❖ Realizo un guía al extremo superior de la tubería de perforación en tres partes, cada una indica 15 cm para poder determinar el avance durante el impacto con el martillo. Se cuenta la cantidad de golpes hasta llegar a la marca de los 15 cm y de esta manera se debe hacer para los otros 30 cm.

❖ Se hace la recolección de la muestra y esta es llevada al laboratorio para sus estudios pertinentes



Figura 9. Estudio de suelos por medio de equipo de penetración (SPT)

Fuente: el autor

La muestra tomada se realizó el ensayo de:

- ❖ Límites de consistencia
- ❖ Humedad Natural
- ❖ Granulometría por Tamizado
- ❖ Peso unitario
- ❖ Clasificación
- ❖ Compresión confinada



Fotografía 1 toma de diámetro y altura de la muestra.

Fuente: el autor

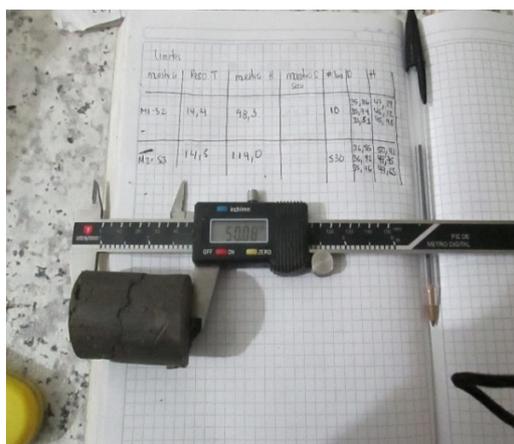


Figura 10. Dimensiones de la muestra,

Fuente: el autor



Figura 11. Lavado de muestra en tamiz # 200

Fuente: el autor



Figura 12. Ensayo de granulometría

Fuente: el autor

En el ensayo granulométrico se utiliza para determinar el porcentaje en el peso de los diferentes tamaños de los granos del suelo para así construir La curva granulométrica

- ❖ Una vez secado la materia en el horno y pesada la muestra, se trituran para separar sus granos
- ❖ Se lava el material en el tamiz 200
- ❖ Se pone a secar en el horno a una temperatura de 105 a 110 c°
- ❖ Se pesa la muestra nuevamente y se anota el resultado
- ❖ Se ordenan los tamices de desde el número 8-16-30-40-50-80-100-200 y fondo donde se agrega la muestra
- ❖ Se pesa la muestra que queda en cada tamiz y se anota cada resultado para sí poder tener la curva granulométrica



Figura 13. Muestra para ensayo de límite

Fuente: el autor



Figura 14. Ensayo de Casa Grande, para determinar la plasticidad de la muestra

Fuente: el autor

La descripción del estudio de suelos se realiza bajo los parámetros establecidos del informe de laboratorio de suelo CONSTRUCSUELOS E.U (Laboratorio de suelos, Diseño y construcción) empresa contratada para la evaluación del suelo.

5.6 Fase de diseño.

De acuerdo a los estudios de geotécnicos realizados por Construcsuelos E.U en la zona del Barrio Rincón Santo se puede determinar la tipología de suelo con las siguientes características

5.7 Perfil del suelo.

El perfil con las propiedades de estrato encontrado se describe a continuación:

❖ Capa de material Orgánico: se encontró material orgánico desde 0-00 m hasta profundidades de 0.15/m

❖ Limo arcillosos SM: orgánico color gris de alta compresibilidad hasta profundidades de 0.30m. el porcentaje de finos es 26 y 34% la plasticidad presente es media y una mínima plasticidad en sus finos.

❖ Arcillas Limosa CL: arcillas amarillas claro de oxidación de humedad y plasticidad baja. Hasta profundidades de 3.50, 5.0 y 6.20 metros. Encontrando arenas arcillosas, con presencia de finos SC

El contenido de humedad del suelo está entre los 8,8% a 9%, no existiendo presencia del nivel freático que pueda afectar el comportamiento del suelo.

5.8 Ensayo de calicata.

Se realiza el ensayo de calicata de con una profundidad de 0.0 hasta 1.10 metros para obtener las muestras del suelo, donde es empacada cuidadosamente en bolsas térmicas para no afectar su propiedad y ser llevadas al laboratorio de la universidad Minuto de Dios donde se realizan los ensayo de granulometría y límites de consistencia de la muestra aplicando la normatividad I.N.V. E-106-13



Figura 15. Muestra de suelo, Calicata 1

Fuente: el autor



Figura 16. Excavación para sacar muestra de suelo

Fuente: el autor

5.9 Granulometria.

Con el análisis granulométrico tiene como objeto la determinación cuantitativa de la distribución del tamaño del material. Todo este proceso es guiado bajo la norma I.N.V.E -123 con la cual se hace el estudio granulométrico por medio de tamices.



Figura 17. Suelos gruesos, calicata 1

Fuente: el autor



Figura 18. Suelos finos, calicata

Fuente: el autor

5.9.1 Límites de consistencia.

En el ensayo de límites de consistencia tiene por objeto determinar la plasticidad del suelo el cual se tomando la muestra de todo lo que pasa después del tamiz 40. Este método se divide en dos métodos los cuales son, el limite liquido en el cual se toma una muestra de 100gr adicionando 20 ml de agua para determinar el contenido de agua necesario para la ranura del suelo, utilizando el equipo de Casagrande, donde cierra después de haber caer 25 veces desde una altura de 10 mm.



Figura 19. Muestra para ensayo, cazuela Casagrande

Fuente: el autor



Figura 20. Preparación de la muestra para toma de límite líquido

Fuente: el autor

Límite plástico se toma una muestra de 20 gramos adicionando 3 ml de agua, posterior a ello se hace realiza la mezcla para así determinar la humedad mas baja del material con la que se

pude formar cilindros de 3 mm de diámetro, este proceso se hace mediante la rodamiento con los dedos y el material hasta que este presente grietas.



Figura 21. Toma de medida, bastones límite plástico

Fuente: el autor



Figura 22. Peso de muestra para ensayo limite plástico

Fuente: el autor

6. Modelacion Del Diseño

Se realiza el modelado del muro de contención, basado en los datos obtenidos en los estudios geotécnicos y las coordenadas tomadas y es ingresado al programa Slide 06 para así modular el talud donde se va a encontrar construido el muro de contención en neumáticos usados y de esta manera obtener el factor de seguridad de diseño del talud. Por medio de los siguientes análisis del método de Spencer y por el método de Bishop simplified.

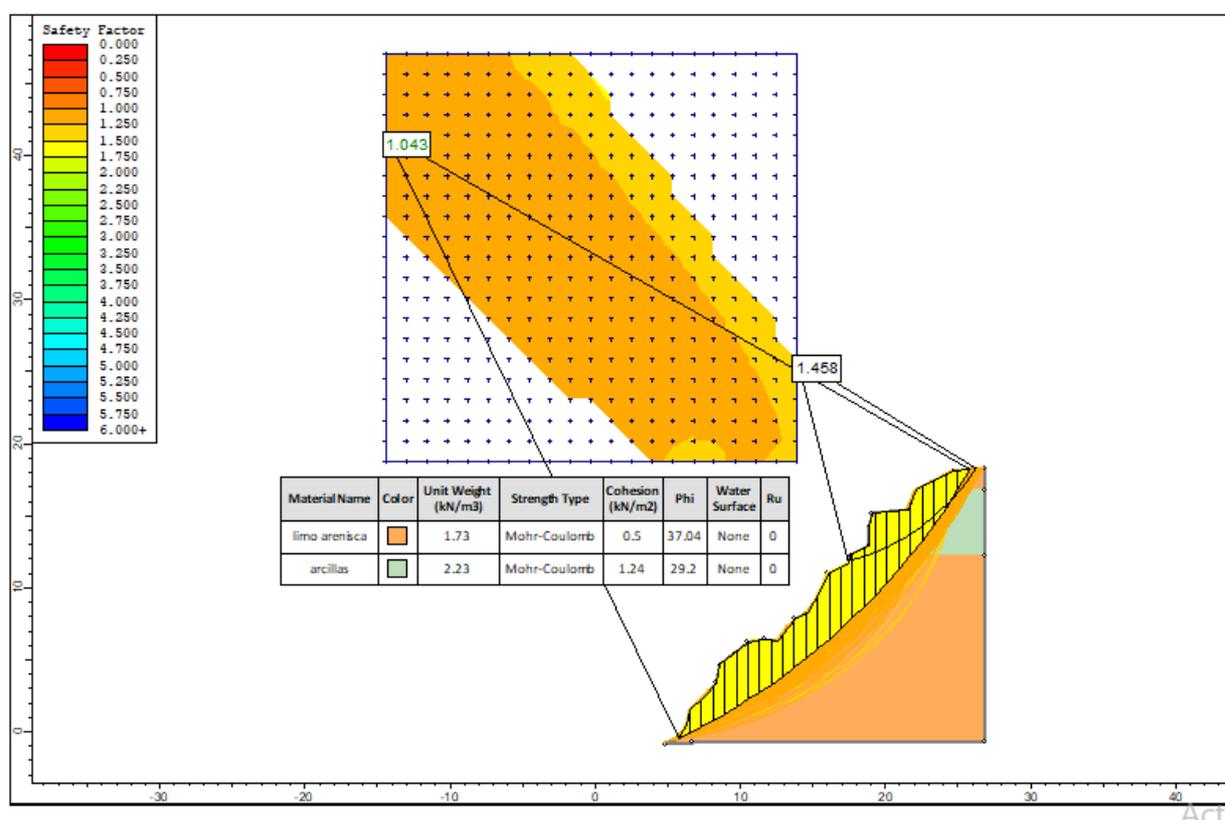


Figura 23. Modelo del muro en SLIDE06

Fuente: el autor

7. Materia Prima

7.1 Recolección de neumáticos usados

En la recolección de la materia llantas usadas, la alcaldía municipal de La Mesa Cundinamarca aporta 200 Neumáticos de rin de 16, 17.5Y 22.5 para su reutilización en obras que sean útiles para la comunidad. Las llantas fueron recolectadas en el tiradero del escombros del municipio.



Figura 24. Recolección de materia prima (neumáticos)

Fuente: el autor



Figura 25. Recolección de más neumáticos usados

Fuente: el autor

7.2 Almacenamiento

Se realiza la limpieza a los neumáticos que contenían residuos de materia de obra arena, piedra y agua en su interior y se procede a ser almacenados temporalmente en la calle 4 #112-77 de barrio Toledo durante 8 días.



Figura 26. Almacenamiento del material (neumáticos)

Fuente: el autor

7.3 Traslado del material descargue de material

Se realiza el respectivo traslado de llantas con ayuda de la alcandía de la Mesa Cundinamarca con maquinaria Volqueta para el transporte de los neumáticos y escombros de obra



Figura 27. Cargue de volqueta con neumático

Fuente: el autor



Figura 28. Transporte de neumáticos

Fuente: el autor



Figura 29. Descargue de material

Fuente: el autor

7.4 Fase de elaboración

Teniendo claro los fundamentos técnicos y demás materiales para la realización de la obra, se procede a su construcción en situ, recibiendo el apoyo de mano de obra de la comunidad y de la alcaldía municipal de La Mesa Cundinamarca y la constante supervisión técnica de parte de los proponentes.

7.5 Diseño de muro del muro de contención

Se realiza el diseño de muro de contención de gravedad flexible en llantas usadas con las siguientes dimensiones alto 3.20 metros ancho 4.20 metros y cuenta con una longitud de 6.00

metros con una primera capa 8 llantas de 1 metro de longitud sobre una capa de recebo compactado amarradas con geotextil para tener mayor resistencia en el momento que se presente los empujes activos del muro.

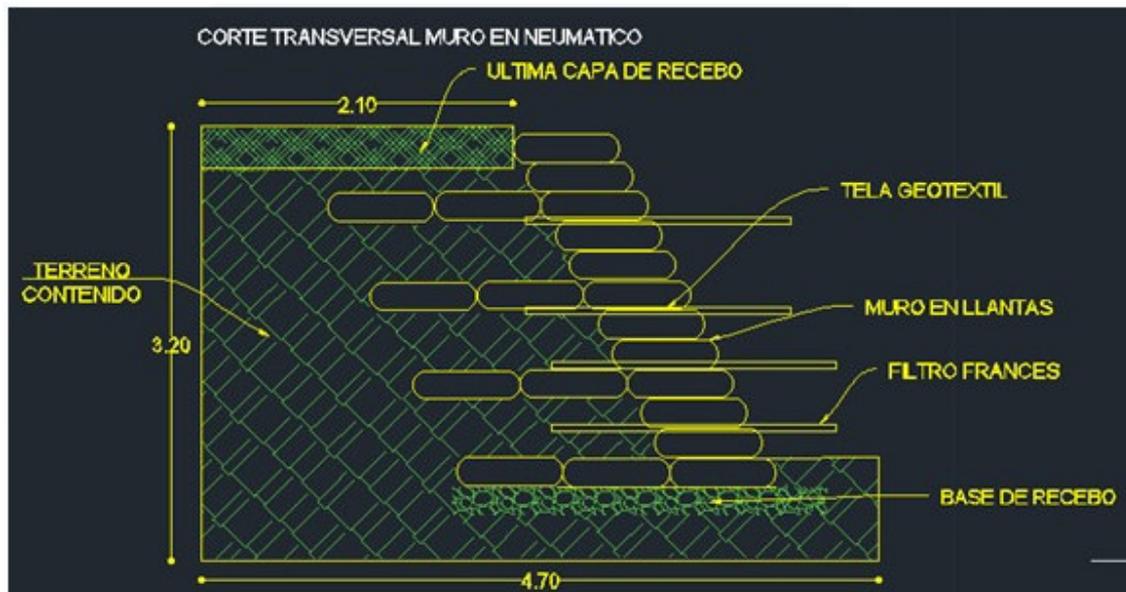


Figura 30. Vista trasversal del muro

Fuente: el autor

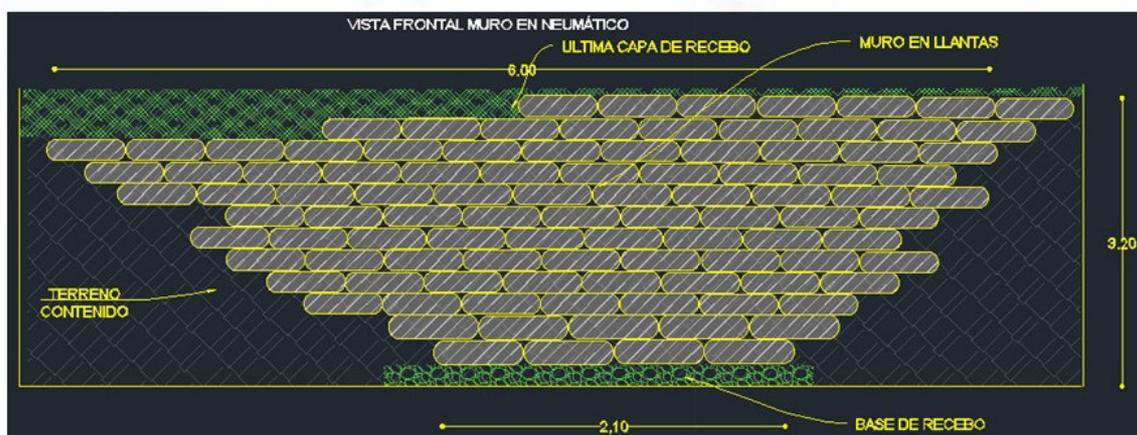


Figura 31. Vista frontal del muro

Fuente: el autor

7.6 Construcción del muro

La construcción del muro flexible en sistema de terracedo se hace en el barrio Rincón Santo donde es un espacio asignado por la alcaldía municipal de La Mesa, por la oficina de Obras públicas a cargo del Ingeniero José Pinto. Para su construcción se realiza la contratación de un maestro oficial para iniciar el proceso, contando con la ayuda de la comunidad en personal entre 8 a 5 personas por día de la ejecución.

7.7 Descapote de terreno y corte de pendiente

Se realiza la limpieza del terreno con la retroexcavadora para retirar material suelto del talud, teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por “el manual de construcción por la

arquitecta Antúnez donde nos recomienda que la pendiente no debe ser de menor o igual 90° por que presentara fallas como volcamiento o deslizamiento”. El talud debe contar con una inclinación del perfil de 120° . La excavación se realiza hasta los 3.20 metros donde se encuentra suelo firme para iniciar su elaboración.



Figura 32. Descapote y limpieza del terreno

Fuente: el autor

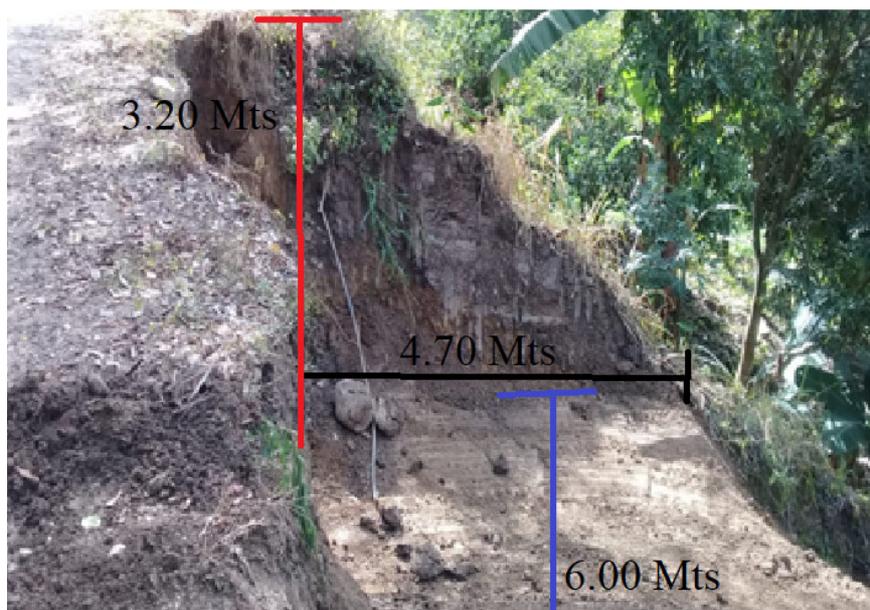


Figura 33. Corte realizado al terreno, para iniciar labores

Fuente: el autor

7.8 Preparación de cimientos

Luego de realizar la excavación y nivelación del terrero se da comienzo, a colocar la cimentación por medio de neumáticos (usados) de rin 22.5 los cuales son utilizados como vigas de cimentación para dar firmeza y estabilidad al muro, son amarradas unas a otras con geotextil para evitar el desplazamiento.

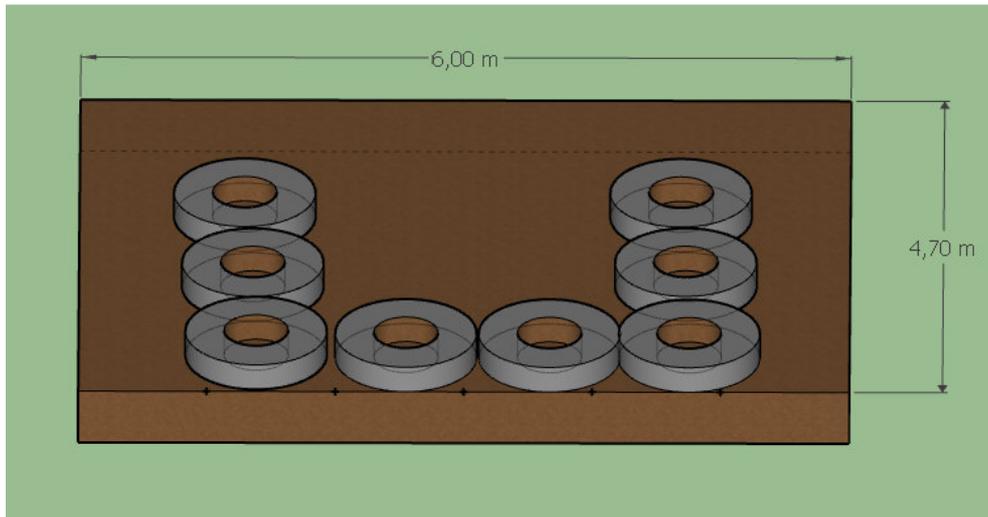


Figura 34. Diseño de la cimentación del muro

Fuente: el autor



Figura 35. Detalle en situ de amarre y cimentación de los neumáticos

Fuente: el autor

7.9 Amarre de los neumáticos

Se hace el amarre a las llantas en fila de manera horizontal una con la otra para evitar su desplazamiento con geotextil ya cuenta con propiedades en sus fibras sintéticas las cuales tiene una durabilidad y resistencia.



Figura 36. Amarre de los neumáticos

Fuente: el autor

7.10 Relleno y compactación de neumáticos

El relleno de los neumáticos se realizó con tierra combinada con escombros de obra la cual se introduce dentro de las llantas, llenando los espacios vacíos que tiene por dentro, esta técnica se realiza para darle firmeza y peso al neumático para que resistan los movimientos de tierra generados por los empujes activos o pasivos que presente el muro. Su compactación se hace manual con un pisón, a medida que se va relleno para así tener una mejor compactación.



Figura 37. Relleno y compactación en situ, de los neumáticos

Fuente: el autor

7.11 Nivelación por capas

Por cada capa se realiza 22,5 cm de relleno de arena y escombros de obra y de esta manera nivelar cada sección para así seguir con la siguiente fila de neumáticos, este trabajo se realiza con la rana para mantener un nivel propio.



Figura 38. Nivelación del terreno, con equipo neumático,

Fuente: el autor

7.12 Drenajes del muro

El muro de gravedad consta con 11 filtros de 2 pulgadas 8 de ellos de 1 metro y 3 de ellos de 2 metros de longitud los cuales son perforados con una broca de 3/8 en una de sus caras. El tubo debe estar rodeado con geotextil para permitir el paso de agua y no ser interrumpida por taponamientos de material. Estos lloraderos son importantes ya que ayudan a conducir las aguas filtrantes por la lluvia o humedad que se presente.



Figura 39. Diseño de filtros

Fuente: el autor



Figura 40. Filtros instalados en el muro

Fuente: el autor

7.13 Cada sección del muro

Se realiza doce secciones de armadas en terraceo para la contención del talud donde se distribuyen. Cada 4 secciones se realiza una viga de amarre para mejorar la estabilidad y evitar su desplazamiento. Los procedimientos anteriores se repiten en cada una de las hileras hasta llegar a nivel de carretera.

Cuadro 2. Cantidad de neumáticos por hilera.

Hilera	Llantas a lo largo	Llantas a lo ancho	Diámetro
1	4	4	22,5
2	5		22,5
3	7		17,5
4	8	9	17,5
5	9		17,5
6	9		17,5
7	9	9	17,5
8	11		17,5
9	11		17,5
10	12	12	17,5
11	10		17,5
12	7		17,5

Fuente: el autor

7.14 Densidad de Suelo compactado

Se realiza el ensayo de cono de arena aplicando la norma INVIAS 161-07 para determinar la densidad del suelo compactado.



Figura 41. Ensayo en situ, densidad del suelo

Fuente: el autor

Cuadro 3. Datos tabulados del ensayo del cono de arena.

<DENSIDAD DEL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA	
NORMAS DE ENSAYO INVIAS E-161 NTC 1667	
CAPA:	Arena con escombro de obra
FECHA	10/05/2019
HORA	11:00:AM
Costado:	CENTRO
Profundidad	0,12 cm
P. INICIAL ARENA + FRASCO (Wo)	4210 gr.
P. FINAL ARENA + FRASCO (Wf)	1550 gr.
P. ARENA EN CONO Y PLACA (We)	1647 gr.
P. UNITARIO ARENA (γ_d)	1,5 gr/cm3
P. AREANA EN HOYO (We)	1013 gr.
VOLUMEN HUECO (V)	675,333 cm3
RECIPIENTE N°	D
P. TOTAL HUMEDO(W _{th})	1668 gr.
P. RECIPIENTE (t)	186,6 gr.
P. SUELO HÚMEDO (W _h)	1481,4 gr.
VOLUMEN SUELO HÚMEDO (V _h)	675,333 cm3

<DENSIDAD DEL TERRENO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA	
NORMAS DE ENSAYO INVIAS E-161 NTC 1667	
CAPA:	Arena con escombro de obra
DENS. SUELO HUMEDO (γ_h)	2,194 gr/cm ³
RECIPIENTE (Capsula) N°	G
P. TOTAL HÚMEDO (W _{th})	1668 gr.
P. TOTAL, SECO (W _{ts})	1500 gr.
P. RECIPIENTE (t) (Capsula)	186,6 gr.
P. AGUA (W _w)	168 gr.
P. SUELO SECO (W _s)	1313,4 gr.
% HUMEDAD SUELO (% _w)	12,791 %
DENS. SUELO SECO (γ_d)	1,945 gr/cm ³
DENS. MAX. PROCTOR (γ_{dmax})	2,060 gr/cm ³
PORCENTAJE EXIGIDO	95 %
PORCENTAJE ALCANZADO	94,41 %

Fuente: el autor

Con los resultados arrojados en el estudio de cono de arena en el suelo compactado se determina que la densidad del suelo seco (γ_d) generando un empuje lateral de 1,9 gr/cm³

8. Resultados

8.1 Cono de arena

Con relación a los datos obtenidos en el estudio de densidad dada por el ensayo de cono de arena se determinó que la densidad de es 1945 kg/m^3 lo cual nos permite obtener los empujes activos por el suelo.

Los empujes suelen determinarse por medio de las siguientes características las cuales son la inclinación del muro y su coeficiente que se determina dependiendo el tipo de suelo a estudiar.

Los factores que se deben tener presente en basándonos con la teoría de Rankine son:

- ❖ Angulo de fricción interna del material
- ❖ Angulo de inclinación del talud
- ❖ Cohesión del material
- ❖ Densidad del material

Cuadro 4. Propiedades de los materiales empleados usualmente en los llenos.

Suelo del lleno	γ suelo kg/m ³ .	Φ	μ
granular suelto	1400	28°	0,4
granular compactación media	1600	33°	0,45
granular bien compactado	1700	38°	0,5
granular muy compactado	1900	45°	0,55

Fuente. (Jhony Alejandro Criollo Polanco, 2017)

Con la siguiente tabla obtenida se determina que el Angulo de fricción es de 45° donde se determina que el suelo es un suelo granulas muy compactado.

Ecuación para definir el coeficiente de presión de tierras Ka

El k activo para un talud horizontal, está definido por la siguiente ecuación:

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \Phi/2) \text{ Reemplazando:}$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - 45^\circ / 2)$$

$$\mathbf{K_a = 0,17}$$

Ecuación empujes activos del suelo.

Con la ecuación de Rankine, para suelos granulares muy compactados, se define la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E_p = K_a \times \gamma_{\text{suelo}} \times H^2/2 \times 9,81 \text{m/s}^2}$$

Donde:

$$EP = 0,17 \times 1945 \text{kg/m}^3 \times (3,20)^2 / 2 \times 9,81 \text{m/s}^2$$

$$EP = 1660.76 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Este empuje genera un momento desestabilizador determinado de la siguiente forma:

$$MaH = Ea * H/3$$

$$MaH = 1660.76 \text{ N} \times 3,20/3 = 1777.12 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$MaH = 1777.12 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Cuadro 5. Resultado de análisis granulométrico.

Ensayo	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
Norma	INV-123-07										
Fecha de Muestreo:	Barrio Rincón Santo, La Mesa, Cundinamarca					CALICATA	1				
	10-mayo -2019										
						MUESTRA:	1				
PROYECTO:	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MURO CONTENCIÓN EN NEUMÁTICOS USADOS										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO											
Peso Inicial de la Muestra húmeda	4165,00				Gr	Ubicación:	D60 = 14,86		Cu = 0,588		
Peso final de la muestra seca	3893,00				Gr	Estrato:	D30 = 16,57		Cc = 0,731		
agua	272,00				Gr	Potencia:	D10 = 25,26				
Tolerancia	6,53	%	humedad	7	%						
Tamiz	Abertura	Retenido	% Q' Pasa								
	(mm)	(gr.)	(%)								
1 1/2"	38,100	100,3	2,41	97,59							
1"	25,400	306,8	7,37	90,23							
3/4"	19,050	278,4	6,68	83,54							
1/2"	12,700	567,4	13,62	69,92							

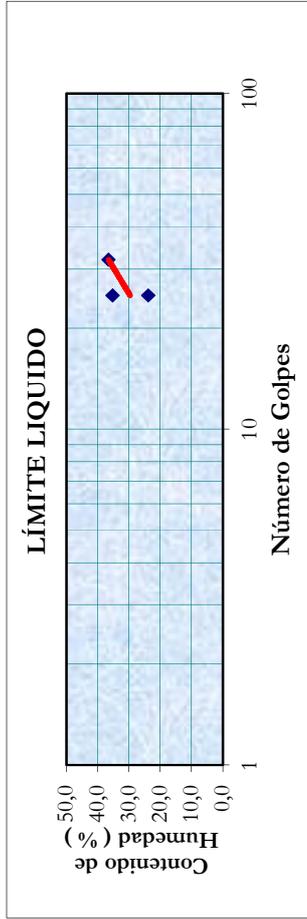
3/8"	9,500	385,8	9,26	60,66	<p style="text-align: center;">ANALISIS GRANULOMETRICO</p> <p style="text-align: center;">TAMAÑO DEL GRANO (MM)</p>	
1/4"	6,350	524,1	12,58	48,07		
8	2,380	847,7	20,35	27,72		
10	2,000	102,4	2,46	25,26		
16	1,190	206,8	4,97	20,30		
20	0,840	85,3	2,05	18,25		
30	0,590	70,00	1,68	16,57		
40	0,420	53,40	1,28	15,28		
60	0,250	17,50	0,42	14,86		
80	0,177	25,30	0,61	14,26		
100	0,149	14,10	0,34	13,92		
120	0,125	0,00	0,00	13,92		
200	0,074	34,50	0,83	13,09		
Cazoleta		19,00	0,46	12,63		
Total, Retenido:		3638,80	87,37			

8.2 Límites de consistencia

Cuadro 6. Resultados límites de consistencia.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MURO CONTENCIÓN EN NEUMÁTICOS USADOS										
Ensayo:	LÍMITES DE CONSISTENCIA									
LÍMITE LÍQUIDO	Norma:	INV E-106-13 E-107-13								
LÍMITE PLÁSTICO	Norma:	INV E-106-13 E-107-13								
Fecha de Muestreo:	LA MESA, CUNDINAMARCA BARRIO RINCON SANTO 10-MAYO -2019									
LÍMITES DE CONSISTENCIA										
				CALICATA:	1			PROFUNDIDAD:	1.00 MTS	
				MUESTRA:	1					
				LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3			
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	13,40	12,80	11,50	7,20	8,60	7,80	Límite Líquido:	LL =	31,75%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	11,30	11,00	9,60	6,90	8,20	7,40	Límite Plástico:	LP =	18,10%

Peso de la Tara	Gr	2,50	5,90	4,40	6,00	7,10	6,10	Índice de Plasticidad:	IP =	13,65%
Peso de la Muestra Seca	Gr	8,80	5,10	5,20	0,90	1,10	1,30	Contenido de Humedad:	Wn =	
Peso del Agua	Gr	2,10	1,80	1,90	0,30	0,40	0,40	Grado de Consistencia:	Kw =	2,33
Contenido de Humedad	%	23,86	35,29	36,54	33,33	36,36	30,77	Grado de Consistencia:	Media Dura , Sólida	
Número de Golpes		25	25	32	Promedio:	33,5				
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)									
25	23,86									
25	35,29									
32	36,54									
27	31,749									



Cuadro 7. Resultados de suelos según A.A.S.H.T.O.

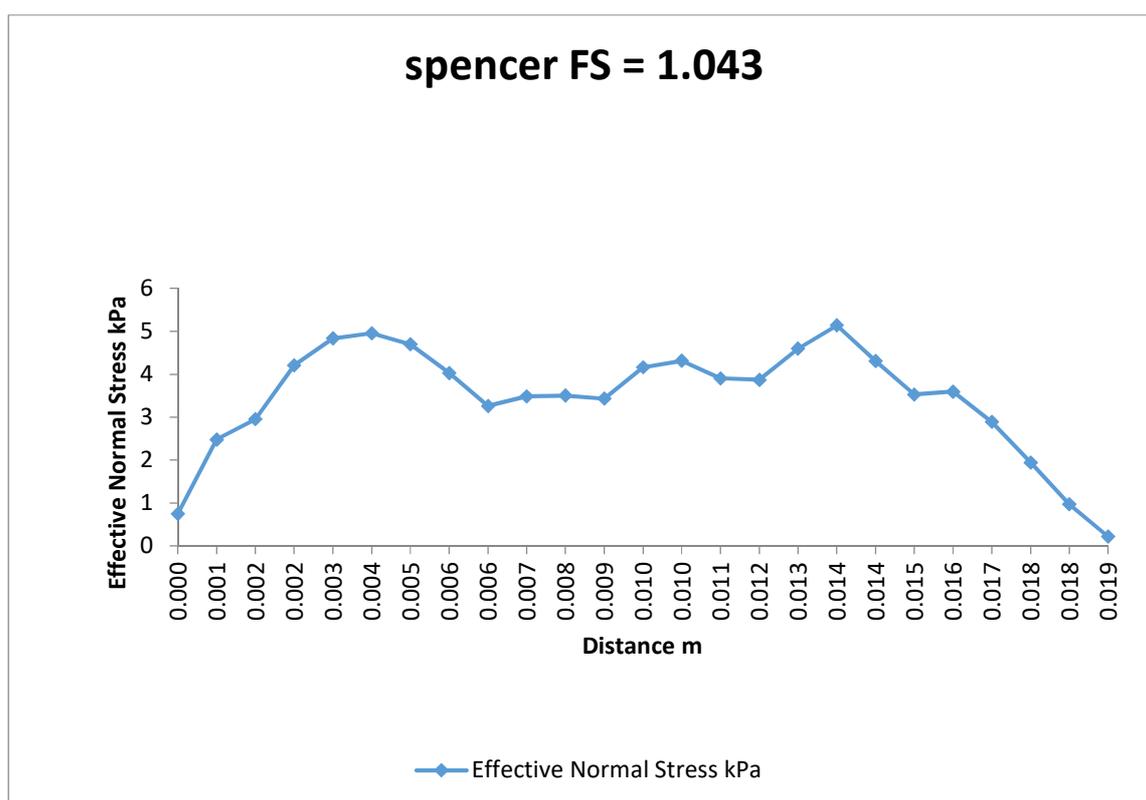
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.				
Fecha de Muestreo:	Barrio Rincón Santo, La Mesa, Cundinamarca 10-mayo -2019			
PROYECTO:	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MURO CONTENCIÓN EN NEUMATICOS USADOS			
<i>CLASIFICACIÓN AASHTO</i>				
Parámetros Usados		CALICATA:	1	Profundidad: 1.00 mts
% Que Pasa la Malla N° 200	13,09	MUESTRA:	1	
% Que Pasa la Malla N° 40	15,28	Determinación del Índice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10	25,26	a =	0,00	IG = 0,00
Límite Líquido	LL = 0,30 %	b =	0,00	
Límite Plástico	LP = 0,34 %	c =	0,00	
Índice de Plasticidad:	IP = -0,04 %	d =	0,00	
Tipo de Suelo:	Material Granular			
Clasificación de Suelos:	A - 1			
Suelo:	A - 1 - a (0)			
Tipo de Material:	Fragmentos de Piedra Grava y Arena			
Terreno de Fundación:	Excelente a Bueno			

8.3 Método de Spencer.

Cuadro 8. Resultado de método de Spencer.

Analysis Method:	Spencer	
Factor of Safety	1,04256	
Circle Center	-0.014	0.041
Radius	46,4665	
Circle Endpoint 1	0.006	0.000
Circle Endpoint 2	0.026	0.018
Surface Intercept 1	0.006	0.000
Surface Intercept 2	0.026	0.018
Distance m	Effective Normal Stress kPa	
0.000	0,751426	
0.001	2,48036	
0.002	2,95562	
0.002	4,21	
0.003	4,83726	
0.004	4,95575	
0.005	4,69755	
0.006	4,02956	
0.006	3,26034	
0.007	3,48507	
0.008	3,50325	
0.009	3,43307	
0.010	4,16446	
0.010	4,31423	

Analysis Method:	Spencer	
0.011	3,90692	
0.012	3,86823	
0.013	4,59649	
0.014	5,1421	
0.014	4,31065	
0.015	3,53156	
0.016	3,59468	
0.017	2,88844	
0.018	1,94294	
0.018	0,970275	
0.019	0,217205	



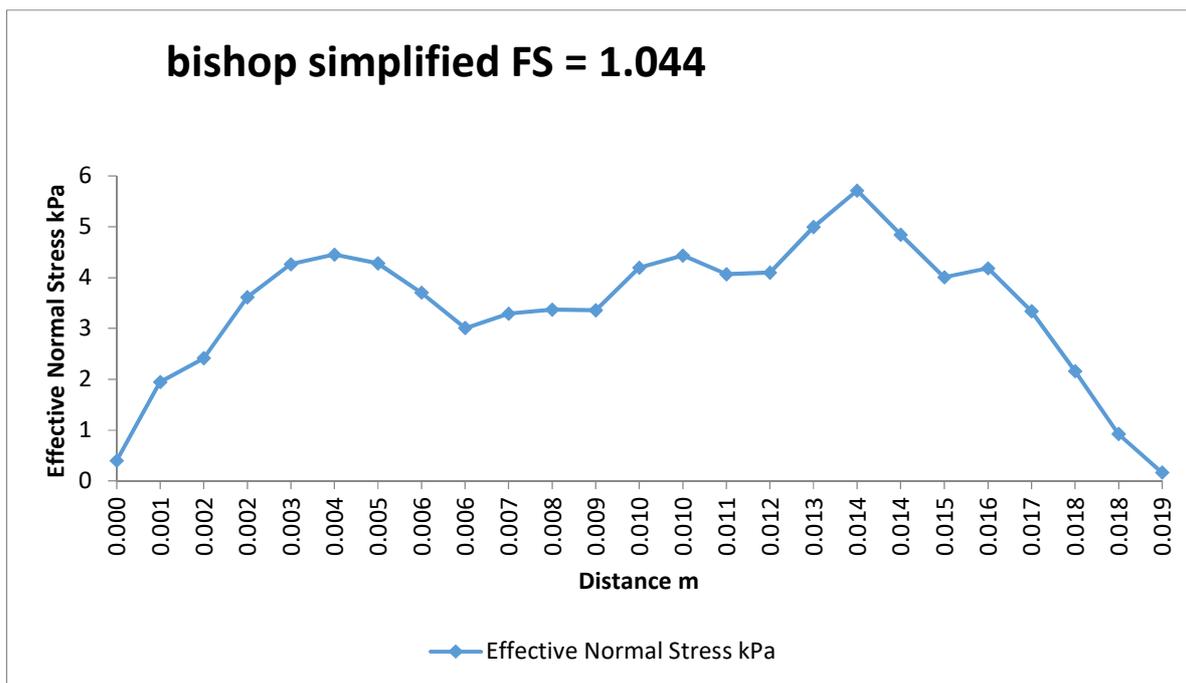
Gráfica 1. Método Spencer.

8.4 Método de Bishop Simplified.

Cuadro 9. Resultados método de Bishop Simplified.

Analysis Method:	bishop simplified	
Factor of Safety	1,0444	
Circle Center	-0.014	0.041
Radius	46,4665	
Circle Endpoint 1	0.006	0.000
Circle Endpoint 2	0.026	0.018
Surface Intercept 1	0.006	0.000
Surface Intercept 2	0.026	0.018
Distance m	Effective Normal Stress kPa	
0.000	0,397148	
0.001	1,94734	
0.002	2,41531	
0.002	3,6131	
0.003	4,26387	
0.004	4,45226	
0.005	4,2826	
0.006	3,70509	
0.006	3,00708	
0.007	3,29017	
0.008	3,36951	
0.009	3,35838	
0.010	4,19605	
0.010	4,43331	

Analysis Method:	bishop simplified	
0.011	4,0673	
0.012	4,09856	
0.013	4,99704	
0.014	5,71378	
0.014	4,84465	
0.015	4,00806	
0.016	4,18291	
0.017	3,34011	
0.018	2,16159	
0.018	0,922579	
0.019	0,164831	



Gráfica 2. Método de Simplified

9. Conclusiones

❖ Se le brindó a la comunidad conocimientos básicos en el aprovechamiento de este tipo de material reciclable neumáticos usados e implementación de las alternativas de construcción.

❖ De acuerdo a los estudios geotécnicos realizados, se logró determinar la estratigrafía del suelo a trabajar, esto con el fin de determinar el tipo de cimentación que se realizó con los neumáticos y la caracterización del suelo.

❖ El programa de diseño SLIDE, permitió corroborar la estabilidad del muro construido, brindando un factor de seguridad por los siguientes métodos Bishop nos arroja un factor de seguridad de **FS= 1.04** con el método de Spencer el **FS =1. 458**

❖ Se le brindó a la comunidad conocimientos básicos en el aprovechamiento de este tipo de material reciclable e implementación de las alternativas de construcción.

❖ Se logró reubicar y dar un buen uso a 200 unidades de neumáticos usados que se encontraban en tiradero de escombros del municipio de la mesa que generaba afectaciones al colegio departamental Sabio Mutis y a los residentes cercanos del barrio Recreo

10. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda hacer revisión mensual de las llantas mensual para evidenciar que no presente ningún movimiento inadecuado.

- ❖ Revisar que por encima de las llantas no se presenten abultamientos o hundimientos

- ❖ Revisar los filtros que no se encuentre con material dentro, el cual no permitirá el escurrimiento de las aguas internas del talud

- ❖ Se recomienda realizar jornada de siembra para darle mas estabilidad

Con relación a los puntos anteriores se le informa a la comunidad de barrio Rincón Santo tener un chequeo mensual durante los tres primeros meses y de hay cada 4 mese realizar los respectivos mantenimientos.

Referencias Bibliográficas

- Allan Block Retaining Walls. (s.f.). *AB Engineering Manual*. Obtenido de <https://www.allanblock.com/literature/PDF/EngManual.pdf>
- Antunez, A. (Noviembre de 2016). *Muro en llantas-Nordic DevelopmentFund*. Obtenido de https://www.ndf.fi/sites/ndf.fi/files/attach/01._manual_de_muro_llantas.pdf
- Canal, A. (23 de 07 de 2017). *Muro ecológico hecho de llantas busca tu ayuda - Canal Antigua*. Obtenido de <https://canalantigua.tv/muro-ecologico-hecho-de-llantas-busca-tu-ayuda/>
- Construmática. (s.f.). *www.construmatica.com*. Obtenido de muros de contencion (estructuras): [https://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_Contenci%C3%B3n_\(estructura\)](https://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_Contenci%C3%B3n_(estructura))
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de Ingenieria de Cimentacionesseptima ediccion*. México: CENGAGE Learning.
- Definicion Abc*. (s.f.). Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/neumaticos.php>
- Gonzalez, J. (12 de julio de 2013). <http://murosdecontencion2013.blogspot.com/2013/07/historia-de-los-muros-de-contencion.html>. Obtenido de

<http://murosdecontencion2013.blogspot.com/2013/07/historia-de-los-muros-de-contencion.html>

Google Maps. (2019). Obtenido de

<https://www.google.com/maps/place/Mirador+Rinc%C3%B3n+Santo/@4.6326017,-74.465379,863m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e3f6c287c8e2901:0x2e745eaf26a484a3!8m2!3d4.6333655!4d-74.4636916>

Guía para el manejo de llantas usadas. (09 de 2006). Bogotá, D.C., Colombia: kimpres Ltda.

Obtenido de

http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=ab80a611-f997-4864-bd6e-7aa0d8680067&groupId=10157

Jhony Alejandro Criollo Polanco, S. A. (2017). *PROYECTO DE GRADO: CONSTRUCCIÓN Y*

ANÁLISIS DE UN MODELO EXPERIMENTAL DE. Obtenido de

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6885/1/CriolloPolancoJhonyAlejandro2017.pdf>

Martinez, C. (s.f.). *lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (06 de 07 de 2017). Obtenido de Resolucion N°1326: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d9-res%201326%20de%202017.pdf>

NSR-2010. (s.f.). Obtenido de

http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_H.pdf

Piqueras, V. Y. (2016). Muro de contecion de tierras. En *Procedimientos de construccion de cimentaciones y estrucuras de contención* (pág. 89). Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.

Piqueras, V. Y. (2016). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención*. València: Universidad Politécnic de Valencia.

propia, E. (2019).

prueba de ruta.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/tipos-de-llantas-neumaticos-segun-su-estructura.php>

RESOLUCIÓN N° 1326. (06 de 07 de 2017). Obtenido de

<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d9-res%201326%20de%202017.pdf>

Sostenible, M. d. (s.f.). *Minambiente* . Obtenido de

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/248-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-14>

Suarez, J. (s.f.). *Estructuras de Contención de Gravedad*. Obtenido de

file:///C:/Users/User.DESKTOP-KRF8Q01/Downloads/librodeslizamientost2_cap3.pdf

Wikipedia. (24 de 03 de 2019). Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/La_Mesa_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/La_Mesa_(Cundinamarca))

ANEXO A. DATOS DEL MURO SLIDE 06

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: muro 1
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 15/05/2019, 10:45:29 a. m.

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10

Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	limo arenisca	arcillas
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	1.73	2.23
Cohesion [kPa]	0.5	1.24
Friction Angle [deg]	37.04	29.2
Water Surface	None	None
Ru Value	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.044400
Center: -14.416, 41.423
Radius: 46.467
Left Slip Surface Endpoint: 5.729, -0.450
Right Slip Surface Endpoint: 25.837, 18.209
Resisting Moment=3968.58 kN-m
Driving Moment=3799.86 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 1.013500
Center: -5.932, 31.525
Radius: 33.912
Left Slip Surface Endpoint: 5.850, -0.274
Right Slip Surface Endpoint: 25.233, 18.154
Resisting Horizontal Force=66.0326 kN
Driving Horizontal Force=65.153 kN

Method: spencer

FS: 1.042560
Center: -14.416, 41.423
Radius: 46.467
Left Slip Surface Endpoint: 5.729, -0.450
Right Slip Surface Endpoint: 25.837, 18.209
Resisting Moment=3961.58 kN-m
Driving Moment=3799.86 kN-m
Resisting Horizontal Force=63.0165 kN
Driving Horizontal Force=60.444 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2953
Number of Invalid Surfaces: 1898

Error Codes:

Error Code -101 reported for 82 surfaces
Error Code -103 reported for 6 surfaces
Error Code -105 reported for 6 surfaces
Error Code -1000 reported for 1804 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2953
Number of Invalid Surfaces: 1898

Error Codes:

Error Code -101 reported for 82 surfaces
Error Code -103 reported for 6 surfaces
Error Code -105 reported for 6 surfaces
Error Code -1000 reported for 1804 surfaces

Method: spencer

Number of Valid Surfaces: 2681
Number of Invalid Surfaces: 2170

Error Codes:

Error Code -101 reported for 82 surfaces
Error Code -103 reported for 6 surfaces
Error Code -105 reported for 6 surfaces
Error Code -108 reported for 134 surfaces
Error Code -111 reported for 138 surfaces
Error Code -1000 reported for 1804 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 105 = More than two surface / slope intersections with no valid slip surface.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- 111 = safety factor equation did not converge
- 1000 = No valid slip surfaces are generated at a grid center. Unable to draw a surface.

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.0444

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.799622	0.619334	limo arenisca	0.5	37.04	0.765709	0.799707	0.397148	0	0.397148
2	0.799622	2.33682	limo arenisca	0.5	37.04	1.88582	1.96955	1.94734	0	1.94734
3	0.799622	2.89517	limo arenisca	0.5	37.04	2.22398	2.32272	2.41531	0	2.41531

4	0.799622	4.29162	limo arenisca	0.5	37.04	3.08946	3.22663	3.6131	0	3.6131
5	0.799622	5.10123	limo arenisca	0.5	37.04	3.55968	3.71773	4.26387	0	4.26387
6	0.799622	5.3981	limo arenisca	0.5	37.04	3.69581	3.8599	4.45226	0	4.45226
7	0.799622	5.28335	limo arenisca	0.5	37.04	3.57321	3.73186	4.2826	0	4.2826
8	0.799622	4.67973	limo arenisca	0.5	37.04	3.15592	3.29604	3.70509	0	3.70509
9	0.799622	3.91318	limo arenisca	0.5	37.04	2.65156	2.76929	3.00708	0	3.00708
10	0.799622	4.33028	limo arenisca	0.5	37.04	2.85612	2.98293	3.29017	0	3.29017
11	0.799622	4.50741	limo arenisca	0.5	37.04	2.91344	3.0428	3.36951	0	3.36951
12	0.799622	4.57701	limo arenisca	0.5	37.04	2.9054	3.0344	3.35838	0	3.35838
13	0.799622	5.74745	limo arenisca	0.5	37.04	3.51068	3.66655	4.19605	0	4.19605
14	0.799622	6.17237	limo arenisca	0.5	37.04	3.6821	3.84559	4.43331	0	4.43331
15	0.799622	5.80789	limo arenisca	0.5	37.04	3.41764	3.56938	4.0673	0	4.0673
16	0.799622	5.97552	limo arenisca	0.5	37.04	3.44022	3.59297	4.09856	0	4.09856
17	0.799622	7.36362	limo arenisca	0.5	37.04	4.08945	4.27102	4.99704	0	4.99704
18	0.799622	8.55841	limo arenisca	0.5	37.04	4.60733	4.8119	5.71378	0	5.71378
19	0.799622	7.50271	limo arenisca	0.5	37.04	3.97933	4.15601	4.84465	0	4.84465
20	0.799622	6.45232	limo arenisca	0.5	37.04	3.37484	3.52468	4.00806	0	4.00806

21	0.815909	6.97227	arcillas	1.24	29.2	3.42565	3.57775	4.18291	0	4.18291
22	0.815909	6.0076	arcillas	1.24	29.2	2.97465	3.10672	3.34011	0	3.34011
23	0.815909	4.52041	arcillas	1.24	29.2	2.344	2.44807	2.16159	0	2.16159
24	0.815909	2.86932	arcillas	1.24	29.2	1.68098	1.75561	0.922579	0	0.922579
25	0.852201	0.988487	limo arenisca	0.5	37.04	0.597845	0.624389	0.164831	0	0.164831

Query 1 (bishop simplified) - Safety Factor: 1.0444

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.799622	0.619334	limo arenisca	0.5	37.04	0.765709	0.799707	0.397148	0	0.397148
2	0.799622	2.33682	limo arenisca	0.5	37.04	1.88582	1.96955	1.94734	0	1.94734
3	0.799622	2.89517	limo arenisca	0.5	37.04	2.22398	2.32272	2.41531	0	2.41531
4	0.799622	4.29162	limo arenisca	0.5	37.04	3.08946	3.22663	3.6131	0	3.6131
5	0.799622	5.10123	limo arenisca	0.5	37.04	3.55968	3.71773	4.26387	0	4.26387
6	0.799622	5.3981	limo arenisca	0.5	37.04	3.69581	3.8599	4.45226	0	4.45226

7	0.799622	5.28335	limo arenisca	0.5	37.04	3.57321	3.73186	4.2826	0	4.2826
8	0.799622	4.67973	limo arenisca	0.5	37.04	3.15592	3.29604	3.70509	0	3.70509
9	0.799622	3.91318	limo arenisca	0.5	37.04	2.65156	2.76929	3.00708	0	3.00708
10	0.799622	4.33028	limo arenisca	0.5	37.04	2.85612	2.98293	3.29017	0	3.29017
11	0.799622	4.50741	limo arenisca	0.5	37.04	2.91344	3.0428	3.36951	0	3.36951
12	0.799622	4.57701	limo arenisca	0.5	37.04	2.9054	3.0344	3.35838	0	3.35838
13	0.799622	5.74745	limo arenisca	0.5	37.04	3.51068	3.66655	4.19605	0	4.19605
14	0.799622	6.17237	limo arenisca	0.5	37.04	3.6821	3.84559	4.43331	0	4.43331
15	0.799622	5.80789	limo arenisca	0.5	37.04	3.41764	3.56938	4.0673	0	4.0673
16	0.799622	5.97552	limo arenisca	0.5	37.04	3.44022	3.59297	4.09856	0	4.09856
17	0.799622	7.36362	limo arenisca	0.5	37.04	4.08945	4.27102	4.99704	0	4.99704

18	0.799622	8.55841	limo arenisca	0.5	37.04	4.60733	4.8119	5.71378	0	5.71378
19	0.799622	7.50271	limo arenisca	0.5	37.04	3.97933	4.15601	4.84465	0	4.84465
20	0.799622	6.45232	limo arenisca	0.5	37.04	3.37484	3.52468	4.00806	0	4.00806
21	0.815909	6.97227	arcillas	1.24	29.2	3.42565	3.57775	4.18291	0	4.18291
22	0.815909	6.0076	arcillas	1.24	29.2	2.97465	3.10672	3.34011	0	3.34011
23	0.815909	4.52041	arcillas	1.24	29.2	2.344	2.44807	2.16159	0	2.16159
24	0.815909	2.86932	arcillas	1.24	29.2	1.68098	1.75561	0.922579	0	0.922579
25	0.852201	0.988487	limo arenisca	0.5	37.04	0.597845	0.624389	0.164831	0	0.164831

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.0135

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.766329	0.740509	limo arenisca	0.5	37.04	0.943532	0.95627	0.604611	0	0.604611
2	0.766329	2.29539	limo arenisca	0.5	37.04	2.08489	2.11304	2.13747	0	2.13747
3	0.766329	2.92564	limo arenisca	0.5	37.04	2.51215	2.54606	2.71127	0	2.71127
4	0.766329	4.34939	limo arenisca	0.5	37.04	3.49519	3.54238	4.03152	0	4.03152
5	0.766329	5.1948	limo arenisca	0.5	37.04	4.03453	4.089	4.75584	0	4.75584
6	0.766329	5.55252	limo arenisca	0.5	37.04	4.21397	4.27086	4.99683	0	4.99683
7	0.766329	5.60612	limo arenisca	0.5	37.04	4.17649	4.23287	4.9465	0	4.9465
8	0.766329	5.16462	limo arenisca	0.5	37.04	3.80495	3.85632	4.44752	0	4.44752
9	0.766329	4.45781	limo arenisca	0.5	37.04	3.26893	3.31306	3.72764	0	3.72764

10	0.766329	4.68376	limo arenisca	0.5	37.04	3.35209	3.39734	3.83932	0	3.83932
11	0.766329	5.12197	limo arenisca	0.5	37.04	3.56273	3.61083	4.12222	0	4.12222
12	0.766329	5.01091	limo arenisca	0.5	37.04	3.42019	3.46636	3.93077	0	3.93077
13	0.766329	5.84154	limo arenisca	0.5	37.04	3.84993	3.9019	4.50793	0	4.50793
14	0.766329	6.83958	limo arenisca	0.5	37.04	4.35409	4.41287	5.18502	0	5.18502

15	0.766329	6.51785	limo arenisca	0.5	37.04	4.06389	4.11875	4.79527	0	4.79527
16	0.766329	6.52445	limo arenisca	0.5	37.04	3.96458	4.0181	4.6619	0	4.6619
17	0.766329	6.41717	limo arenisca	0.5	37.04	3.79847	3.84975	4.43881	0	4.43881
18	0.766329	9.14046	limo arenisca	0.5	37.04	5.13832	5.20769	6.23824	0	6.23824
19	0.766329	8.5198	limo arenisca	0.5	37.04	4.65616	4.71902	5.59071	0	5.59071
20	0.766329	7.4246	limo arenisca	0.5	37.04	3.95	4.00333	4.64233	0	4.64233
21	0.766329	6.59366	limo arenisca	0.5	37.04	3.40089	3.4468	3.90486	0	3.90486
22	0.889646	7.827	arcillas	1.24	29.2	3.30925	3.35392	3.78242	0	3.78242
23	0.889646	5.7877	arcillas	1.24	29.2	2.48793	2.52152	2.29301	0	2.29301
24	0.889646	3.28387	arcillas	1.24	29.2	1.58069	1.60203	0.647783	0	0.647783
25	0.620527	0.695269	limo arenisca	0.5	37.04	0.504677	0.51149	0.0152252	0	0.0152252

Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.04256

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.799622	0.619334	limo arenisca	0.5	37.04	1.0235	1.06706	0.751426	0	0.751426
2	0.799622	2.33682	limo arenisca	0.5	37.04	2.27499	2.37181	2.48036	0	2.48036
3	0.799622	2.89517	limo arenisca	0.5	37.04	2.619	2.73046	2.95562	0	2.95562
4	0.799622	4.29162	limo arenisca	0.5	37.04	3.52696	3.67707	4.21	0	4.21
5	0.799622	5.10123	limo arenisca	0.5	37.04	3.981	4.15043	4.83726	0	4.83726
6	0.799622	5.3981	limo arenisca	0.5	37.04	4.06677	4.23985	4.95575	0	4.95575
7	0.799622	5.28335	limo arenisca	0.5	37.04	3.87987	4.045	4.69755	0	4.69755
8	0.799622	4.67973	limo arenisca	0.5	37.04	3.39636	3.54091	4.02956	0	4.02956
9	0.799622	3.91318	limo arenisca	0.5	37.04	2.83956	2.96041	3.26034	0	3.26034
10	0.799622	4.33028	limo arenisca	0.5	37.04	3.00223	3.13	3.48507	0	3.48507
11	0.799622	4.50741	limo arenisca	0.5	37.04	3.01539	3.14373	3.50325	0	3.50325
			limo							

			arenisca							
13	0.799622	5.74745	limo arenisca	0.5	37.04	3.49401	3.64271	4.16446	0	4.16446
14	0.799622	6.17237	limo arenisca	0.5	37.04	3.60241	3.75573	4.31423	0	4.31423
15	0.799622	5.80789	limo arenisca	0.5	37.04	3.30758	3.44835	3.90692	0	3.90692
16	0.799622	5.97552	limo arenisca	0.5	37.04	3.27958	3.41916	3.86823	0	3.86823
17	0.799622	7.36362	limo arenisca	0.5	37.04	3.80673	3.96874	4.59649	0	4.59649
18	0.799622	8.55841	limo arenisca	0.5	37.04	4.20166	4.38048	5.1421	0	5.1421
19	0.799622	7.50271	limo arenisca	0.5	37.04	3.59981	3.75302	4.31065	0	4.31065
20	0.799622	6.45232	limo arenisca	0.5	37.04	3.03588	3.16509	3.53156	0	3.53156
21	0.815909	6.97227	arcillas	1.24	29.2	3.11637	3.249	3.59468	0	3.59468
22	0.815909	6.0076	arcillas	1.24	29.2	2.73777	2.85429	2.88844	0	2.88844
23	0.815909	4.52041	arcillas	1.24	29.2	2.23092	2.32587	1.94294	0	1.94294
24	0.815909	2.86932	arcillas	1.24	29.2	1.70951	1.78227	0.970275	0	0.970275
25	0.852201	0.988487	limo arenisca	0.5	37.04	0.636811	0.663914	0.217205	0	0.217205

Query 1 (spencer) - Safety Factor: 1.04256

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.799622	0.619334	limo arenisca	0.5	37.04	1.0235	1.06706	0.751426	0	0.751426
2	0.799622	2.33682	limo arenisca	0.5	37.04	2.27499	2.37181	2.48036	0	2.48036
3	0.799622	2.89517	limo arenisca	0.5	37.04	2.619	2.73046	2.95562	0	2.95562
4	0.799622	4.29162	limo arenisca	0.5	37.04	3.52696	3.67707	4.21	0	4.21
5	0.799622	5.10123	limo arenisca	0.5	37.04	3.981	4.15043	4.83726	0	4.83726
6	0.799622	5.3981	limo arenisca	0.5	37.04	4.06677	4.23985	4.95575	0	4.95575
7	0.799622	5.28335	limo arenisca	0.5	37.04	3.87987	4.045	4.69755	0	4.69755
8	0.799622	4.67973	limo arenisca	0.5	37.04	3.39636	3.54091	4.02956	0	4.02956
9	0.799622	3.91318	limo arenisca	0.5	37.04	2.83956	2.96041	3.26034	0	3.26034
10	0.799622	4.33028	limo arenisca	0.5	37.04	3.00223	3.13	3.48507	0	3.48507

11	0.799622	4.50741	limo arenisca	0.5	37.04	3.01539	3.14373	3.50325	0	3.50325
12	0.799622	4.57701	limo arenisca	0.5	37.04	2.96459	3.09076	3.43307	0	3.43307
13	0.799622	5.74745	limo arenisca	0.5	37.04	3.49401	3.64271	4.16446	0	4.16446
14	0.799622	6.17237	limo arenisca limo	0.5	37.04	3.60241	3.75573	4.31423	0	4.31423

16	0.799622	5.97552	arenisca limo arenisca	0.5	37.04	3.27958	3.41916	3.86823	0	3.86823
17	0.799622	7.36362	limo arenisca	0.5	37.04	3.80673	3.96874	4.59649	0	4.59649
18	0.799622	8.55841	limo arenisca	0.5	37.04	4.20166	4.38048	5.1421	0	5.1421
19	0.799622	7.50271	limo arenisca	0.5	37.04	3.59981	3.75302	4.31065	0	4.31065
20	0.799622	6.45232	limo arenisca	0.5	37.04	3.03588	3.16509	3.53156	0	3.53156
21	0.815909	6.97227	arcillas	1.24	29.2	3.11637	3.249	3.59468	0	3.59468
22	0.815909	6.0076	arcillas	1.24	29.2	2.73777	2.85429	2.88844	0	2.88844
23	0.815909	4.52041	arcillas	1.24	29.2	2.23092	2.32587	1.94294	0	1.94294
24	0.815909	2.86932	arcillas	1.24	29.2	1.70951	1.78227	0.970275	0	0.970275
25	0.852201	0.988487	limo arenisca	0.5	37.04	0.636811	0.663914	0.217205	0	0.217205

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
26.874	-0.739
26.874	12.2154
26.874	16.785
26.874	18.304
24.737	18.109
22.171	16.799
21.543	15.444
19.074	15.142
18.933	14.228
18.918	12.947
17.6252	12.2095
17.528	11.699
16.052	10.996
15.56	9.801
14.702	8.285
13.733	7.834
12.589	6.279
11.625	6.428
10.501	6.218
9.588	5.374
8.604	4.601
8.323	3.407
7.48	2.353
6.566	1.51
6.355	0.456
5.723	-0.458
4.809	-0.88
6.707	-0.739

Material Boundary

X	Y
17.6252	12.2095
26.874	12.2154

Material Boundary

X	Y
22.171	16.799
26.874	16.785

ANEXO B. DATOS DE TIPOLOGIA DEL SUELO ARCILLA

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	1,24	Ton/m ²
φ	29,2	°
γ	2,23	Ton/m ³
Dw	0	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1,50	m
B	1,00	m
L	1,00	m

Tipo de falla:

Tipo	Valor
General	NO
Local	SI

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0,25	m
ey	0,25	m

Corrección por forma a φ (Meyerhof):

Aplicar	Valor
NO	SI

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
β	0	°

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Freático

Dato	Valor	Unidad
γ'	1,23	Ton/m ³

DATOS FINALES DE CALCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0,8	Ton/m ²
φ'	20,4	°
γ	1,23	Ton/m ³

Dato	Valor	Unidad
Df	1,50	m
B'	0,50	m
L'	0,50	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	15,251	15,251	15,251
Nq	8,872	6,682	6,682
N γ	6,455	3,099	5,725

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (De Beer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1,438	Fcd	1,500	Fci	1,000
Fqs	1,373	Fqd	1,718	Fqi	1,000
F γ s	0,600	F γ d	1,000	F γ i	1,000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	66,418	22,139	Ton/m ²
Meyerhof	56,828	18,943	Ton/m ²
Vesic	57,313	19,104	Ton/m ²

ANEXO C. DATOS DE TIPOLOGIA DE SUELO LIMO ARENISCAS

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES RECTANGULARES

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0,5	Ton/m ²
f	37,04	°
g	17,3	Ton/m ³
Dw	0	m

Tipo de falla:

Tipo	Valor
General	NO
Local	SI

Corrección por forma a f (Meyerhof):

Aplicar	Valor
SI	NO

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1,50	m
B	1,50	m
L	2,00	m

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0,25	m
ey	0,23	m

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
b	0	°

Corrección por Nivel Freático

Dato	Valor	Unidad
g'	16,30	Ton/m ³

DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0,3	Ton/m ²
f'	27,6	°
g	16,30	Ton/m ³

Dato	Valor	Unidad
Df	1,50	m
B'	1,00	m
L'	1,54	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	25,118	25,118	25,118
Nq	21,917	14,156	14,156
Ng	20,248	10,540	15,876

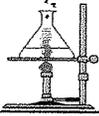
FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1,366	Fcd	1,393	Fci	1,000
Fqs	1,340	Fqd	1,634	Fqi	1,000
Fgs	0,740	Fgd	1,000	Fgi	1,000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	1265,002	421,667	Ton/m ²
Meyerhof	837,392	279,131	Ton/m ²
Vesic	869,583	289,861	Ton/m ²

ANEXO D. ESTUDIO DE SUELOS



CONSTRUCSUELOS E. U.
Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

La mesa 23 de Marzo del 2019

Señores.
UNIVERSIDAD UNIMINUTO DE DIOS
Ciudad.
GIRARDOT - CUND

REFERENCIA: INFORME GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIÓN DE CIMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DE UN MURO DE CONTENCIÓN CON MATERIAL RECICLADO (LLANTA) EN BARRIO RINCON SANTO MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA.

Respetados Señores:

Con la presente le estamos haciendo entrega del Estudio de Suelos y Geotécnico para la Construcción de Muros de Contención con material reciclado (llanta), localizados en barrio rincón santo que del municipio de la mesa en el departamento de Cundinamarca, realizado bajo los parámetros establecidos por la NSR-2010.

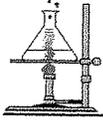
Quedando a su entera disposición para cualquier aclaración o información complementaria que pudiese requerir.

Atentamente.


IVAN LAGUNA SÁNCHEZ
Representante Legal


JAVIER MARTÍN SÁNCHEZ G.
MP. 63202 74786 QND

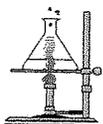
ESPECILISTA EN VIAS Y TRANSPORTE - TOPOGRAFO



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

**INFORME GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIÓN DE CIMENTACION PARA LA CONSTRUCCION
DE UN MURO DE CONTENCIÓN CON MATERIAL RECICLADO (LLANTA) EN BARRIO
RINCON SANTO MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA.**

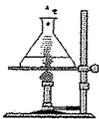


CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

CONTENIDO

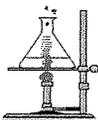
	pág.
1. REGISTRO DE PERFORACIÓN Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO	8
PERFORACIONES	8
PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN	8
ENSAYO SPT	8
1.1.1 Objetivos de prueba SPT.	8
EQUIPO	8
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	9
NEXO A. UBICACIÓN DE LOS SONDEOS EN EL PLANO DEL PROYECTO	11
2. GENERALIDADES	13
INTRODUCCIÓN	13
GENERALIDADES DEL PROYECTO	16
2.1.1 Fase de exploración y muestreo.	16
ENSAYOS DE LABORATORIO	17
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MESA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	26
4. LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDOS DE HUMEDAD	27
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	29



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO	29
6. ESTRUCTURA DEL ESTUDIO	36
INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA & ASENTAMIENTOS	36
RECOMENDACIÓN ADICIONAL	36
7. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	38
PERFIL DEL SUELO	38
SM 38	
LIMO ARENISCA	38
ALTERADA	38
CH 38	
ARCILLAS LIMOSA	38
CONVERSIONE	38
NIVEL FREÁTICO	39
CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA	39
LICUEFACCIÓN DE LOS SUELOS	39
8. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO	40
9. METODOLOGÍA	42
10. DISEÑO GEOTÉCNICO	43
PROTECCIÓN DE TALUDES TEMPORALES	43

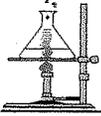


CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Profundidad de perforación	10
Tabla 2. Categoría de la unidad de construcción	13
Tabla 3. H-3.1.1 Clasificación de unidades de construcción por categorías:	16
Tabla 4. Perfiles Estratigráficos	26
Tabla 5. Limos arcillosos SM	27
Tabla 7. Clasificación climática de Thornthwite.	28
Tabla 8. Cantidad de ensayos ejecutados	29

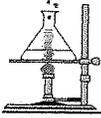


CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tubo partido y sus posibles dimensiones	9
Figura 3. Clasificación climática de pacificación por humedad con base en el índice de Thornthwite semihúmedo	28
Figura 5. Sondeos	38



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

1. REGISTRO DE PERFORACIÓN Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

PERFORACIONES

El día 15 de Marzo del 2019, se llevaron a cabo uno (1) Exploraciones a una profundidad de -6.10 metros con equipo Penetración estándar (SPT).

PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN

Para llevar a cabo un sondeo con equipo manual se sigue el Procedimiento indicado a continuación:

- ❖ El sitio escogido para el sondeo se limpia muy bien, eliminándose la capa vegetal si la hay.
- ❖ Se inicia un pequeño hueco con pala hoyadora o barra, hasta Un metro (1.00 cms) de profundidad. Algunas veces esta capa superficial.

Está constituida por escombros o desechos de material de Construcción (rellenos); en este caso se hace un sondeo con ayuda de una barra hasta una profundidad igual al espesor del relleno, analizando su contenido.

ENSAYO SPT

1.1.1 Objetivos de prueba SPT.

- ❖ Obtener la medida de la resistencia a la penetración con un mostrador en un suelo no cohesivo
- ❖ Tomar muestras representativas del suelo
- ❖ Hallar correlación entre: El # de golpes, N, medido y la Compacidad.

EQUIPO

- ❖ Muestreador de tubo partido.

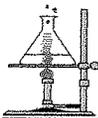
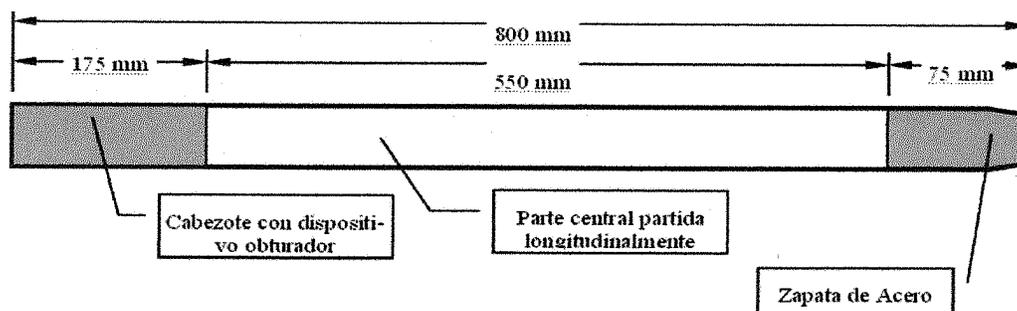


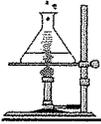
Figura 1. Tubo partido y sus posibles dimensiones



- ❖ □ Martinete de 140 lbs. de peso con sistema de caída.
- ❖ □ Tubería de perforación.

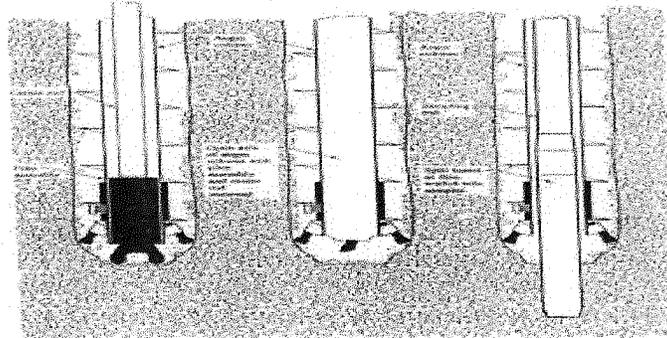
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- ❖ El ensayo consiste en hincar el tubo partido para que penetre 30 cm (1PIE) en el terreno, ayudados de un martillo de 140 lbs de peso y una altura de caída de 75 cm, contabilizándose el número de golpes "N".
- ❖ Para efectuar la prueba el muestreo se enrosca al extremo de la tubería de perforación y se baja hasta la profundidad donde se encuentra el manto de suelo sobre el cual se va hacer la prueba.
- ❖ Previamente el fondo del sondeo debe haberse limpiando cuidadosamente para garantizar que el material no esté alterado.
- ❖ Se coloca el martillo en posición guiado por la tubería de Perforación, elevándolo manualmente.
- ❖ Se marca el extremo superior de la tubería de perforación en tres partes, cada una de 15 cm para la posterior observación del avance del mostrador bajo el impacto del martillo.



CONSTRUCSUELOS E. U.

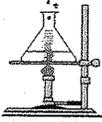
Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción



- ❖ Se deja caer el martillo sobre el cabezote de la tubería de Perforación y se contabiliza el número de golpes aplicado con la altura de caída especificada, para cada uno de los segmentos de 15 cm marcados. No se tienen en cuenta los golpes para el Primer segmento puesto que es el de penetración inicial al Terreno. Se suman los golpes aplicados para que penetre el tubo en el segundo y tercer segmento, obteniéndose así el valor de "N".
- ❖ Se lleva a la superficie el muestreador y se abre; debe Registrarse la longitud de la muestra recobrada, su peso y Describir sus características en cuanto a color, uniformidad etc.
- ❖ Se repiten los pasos anteriores cuantas veces sea necesario para determinar la variación de los parámetros de resistencia con la profundidad o con el número de estratos.
- ❖ Debe tener en cuenta: El ensayo es aplicable solo a suelos arenosos y finos. Las muestras de suelos se empacan en doble bolsa plástica Debidamente selladas para conservar la humedad natural del material.

Tabla 1. Profundidad de perforación

Sondeo N°	Profundidad
• 1	• 6.10



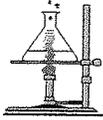
CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

NEXO A. UBICACIÓN DE LOS SONDEOS EN EL PLANO DEL PROYECTO

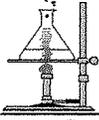


INFORME GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIÓN DE CIMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DE UN MURO DE CONTENCIÓN CON MATERIAL RECICLADO (LLANTA) EN BARRIO RINCON SANTO MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

2. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de compilar los estudios técnicos correspondientes y cumpliendo con los requerimientos de las Oficinas de Planeación Municipal y/o Curadurías Urbanas, y acorde a la normativa sismo resistente en vigencia (NSR – 10), El proyectista de la obra en mención, encomendó a esta oficina la realización de los trabajos correspondientes al Diseño Geotécnico y las recomendaciones de cimentación del proyecto en referencia.

Basados en los resultados del Plan Exploratorio y los requerimientos de la obra, se incluyen en este informe los parámetros geomecánicos del suelo y las recomendaciones de cimentación correspondientes a la estructura, evaluadas desde el punto de vista técnico, constructivo y económico, para el posterior desarrollo de la obra.

Mínimo número de sondeos profundidad por cada unidad de construcción.

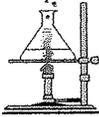
Tabla 2. Categoría de la unidad de construcción

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

Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las siguientes disposiciones además de las ya enunciadas:

a. Los sondeos con recuperación de muestras deben constituir como mínimo el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo.

b. En los sondeos con muestreo se deben tomar muestras cada metro en los primeros 5 m de profundidad y a partir de esta profundidad, en cada cambio de material o cada 1.5 m de longitud del sondeo.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

c. Al menos el 50% de los sondeos deben quedar ubicados dentro de la proyección sobre el terreno de las construcciones.

d. Los sondeos practicados dentro del desarrollo del Estudio Preliminar pueden incluirse como parte del estudio definitivo – de acuerdo con esta normativa – siempre y cuando hayan sido ejecutados con la misma calidad y siguiendo las especificaciones dadas en el presente título del Reglamento.

e. El número de sondeos finalmente ejecutados para cada proyecto, debe cubrir completamente el área que ocuparan la unidad o unidades de construcción contempladas en cada caso, así como las áreas que no quedando ocupadas directamente por las estructuras o edificaciones, serán afectadas por taludes o cortes y otros tipos de intervención que deban ser considerados para evaluar el comportamiento geotécnico de la estructura y su entorno.

f. En registros de perforaciones en ríos o en el mar, es necesario tener en cuenta el efecto de las mareas y los cambios de niveles de las aguas, por lo que se debe reportar la elevación (y no la profundidad solamente) del estrato, debidamente referenciada a un dato preestablecido.

Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista. La profundidad indicativa se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos, o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno:

a. Profundidad en la que incremento de esfuerzo causado por la edificación, o conjunto de edificaciones, sobre el terreno sea el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo-cimentación.

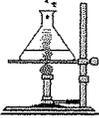
b. 1.5 veces el ancho de la losa corrida de cimentación.

c. 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.

d. Longitud total del pilote más largo, más 4 veces el diámetro del pilote o 2 veces el ancho del grupo de pilotes.

e. 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión para grupos de pilotes.

f. En el caso de excavaciones, la profundidad de los sondeos debe ser como mínimo 1.5 veces la profundidad de excavación, pero debe llegar a 2.0 veces la profundidad de excavación en suelos designados como E y F en el Título A.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

g. En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla del Título A de este reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:

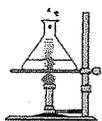
- ❖ Categoría Baja: Los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;
- ❖ Categoría Media: Penetrar un mínimo de 2 metros en dichos materiales, o dos veces los diámetros de los pilotes en éstos apoyados.
- ❖ Categoría Alta y Especial: penetrar un mínimo de 4 metros o 2.5 veces el diámetro de los pilotes respectivos siempre y cuando se verifique la continuidad de la capa i la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.

h. La profundidad de referencia de los sondeos se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno.

i. Es posible que alguna de las consideraciones precedentes conduzca a sondeos de una profundidad mayor que la dada en la Tabla H.3.2-1. En tal caso, el 20% de las perforaciones debe cumplir con la mayor de las profundidades así establecidas.

j. En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados, y en todos los casos, el 50% de las perforaciones, deberán alcanzar una profundidad por debajo del nivel de apoyo de la cimentación. En algunos casos, a juicio del Ingeniero Geotecnista responsable del estudio, se podrán reemplazar algunos sondeos por apiques o trincheras.

Para definir el número de sondeos en un proyecto, se definirán inicialmente las unidades de construcción de acuerdo con las normas dadas en el numeral H-3.1.1. En todos los casos el número mínimo de sondeos par un estudio será de tres (3) y para definir el número se debe aplicar el mayor número de sondeos resultante y el número de unidades de construcción.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Tabla 3. H-3.1.1 Clasificación de unidades de construcción por categorías:

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 800 kN
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

Efecto por repetición – Para proyectos con varias unidades similares, el número 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

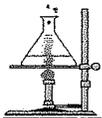
GENERALIDADES DEL PROYECTO

El presente estudio está destinado a la determinación de las recomendaciones de cimentación y demás disposiciones de tipo geotécnico a tener en cuenta dentro de la Construcción de Muros de Contención con material reciclado (llanta), localizado en el Municipio de la mesa Departamento de Cundinamarca El lote se encuentra en una zona Semi plana.

2.1.1 Fase de exploración y muestreo.

Con el objeto de conocer las características físicas y los espesores de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo y obtener muestras de cada una de ellas, se llevaron a cabo uno [1] Sondeos Muestreados entre los 2/6,10m de profundidad, estratégicamente distribuidos en el área del terreno a fin de dar una cobertura total al área en cuestión; dichas perforaciones se realizaron con Equipo Manual por el Método de Rotación y Percusión, y se tomaron ensayos de SPT a partir de 1,50 m con intervalos de 2,50 m recuperando muestras para los ensayos pertinentes.

Nota 1: El número y profundidad de los sondeos fueron determinados según lo Dispuesto por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR – 10: decreto 926 del 19 de marzo del 2010, decreto 2525 del 13 de julio del 2010 y decreto 092 de enero 17 del 2011), en el Título H-3, de “Estudios Geotécnicos”. Tabla H.3.1-1 Categoría de la unidad de construcción MEDIA, Tabla H.3.2-1 número mínimo de sondeos 1 cuyo 50% debe tener profundidad mínima de 6,10 m por su longitud.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

ENSAYOS DE LABORATORIO

De cada sondeo se tomaron muestra para realizar los ensayos de laboratorio. A las muestras recuperadas se les realizaron los siguientes ensayos.

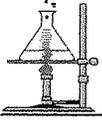
- ❖ Límites de consistencia
- ❖ Humedad natural
- ❖ Granulometría por tamizado
- ❖ Peso unitario
- ❖ Clasificación
- ❖ Compresión inconfiada

En el anexo se presenta el resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.

Como los suelos existentes son de origen sedimentario de grano fino, se obtuvieron muestras tipo shelby y bolsa, sobre las cuales se realizaron Ensayos de Laboratorio, definidos por las Normas NTC por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, de la Sociedad americana para ensayos y Materiales ASTM, a las cuales se hace referencia en el Capítulo H.2 de la NSR – 10, que incluyen:

NTC 1493 [ASTM D 4318]: Ensayo Para Determinar los Límites Líquido y Plástico y el Índice de Plasticidad del Suelo (Para la fracción fina)





CONSTRUCSUELOS E. U.

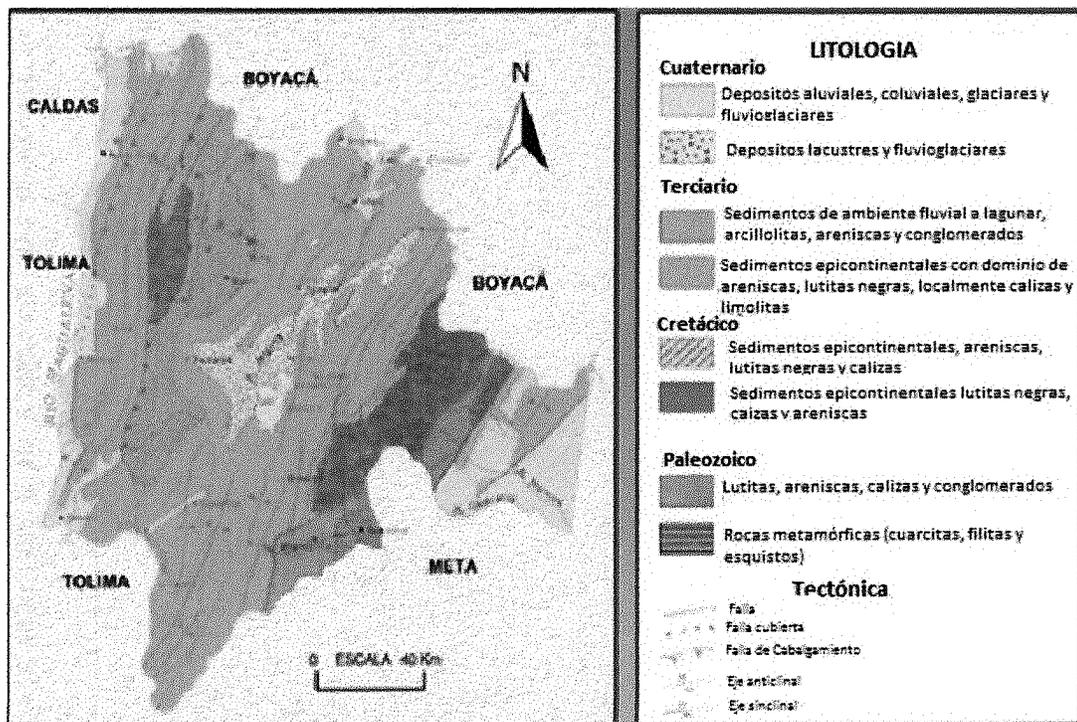
Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

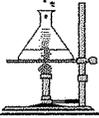
aguas al río Magdalena. Fisiográficamente presenta vertientes de los ríos Apulo y Curí, y la superficie de depósito fluvio-glaciar sobre la cual se desarrolla la cabecera municipal corresponde a una inversión de relieve que dejó colgada una terraza de este mismo origen. Las vertientes se desarrollan sobre rocas de composición lodolítica que favorece el desarrollo de procesos de coluviación y fenómenos de remoción en masa.

Las laderas con fuertes procesos de coluviación han generado un relieve suavemente ondulado con frecuentes fenómenos de remoción en masa, que transportados y depositados en las zonas bajas sobre los lechos de las quebradas son fácilmente atacados por la erosión lateral generando intensos procesos de socavación.

Durante los períodos de lluvia la saturación de las laderas aumenta la presión de poros haciendo más susceptible el territorio al desarrollo de fenómenos de remoción en masa. La alta dinámica poblacional de este municipio genera presiones adicionales. Las vertientes desarrolladas sobre rocas lodolíticas y altamente susceptibles a generar procesos erosivos afectan

Figura No. 4 Mapa geológico del departamento de Cundinamarca.





CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

3.3 NIVEL FREATICO Y AGUA SUBTERRANEA

No se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada

CARACTERIZACION GEOTECNICA

El perfil con las propiedades de estrato encontrado se describen a continuación:

Capa de entre piso, hasta profundidades de 0.12 y 0,14.

Limo arcilloso orgánico color gris de alta compresibilidad, hasta profundidades de 0.30,0.40 Y 0.90 metros USC: OH

Arcillas amarillas claro de oxidación de humedad y plasticidad media. Consistencia media a firme, hasta profundidades de 3.50, 5.0 y 6.20, metros. USC: CH - CL

Nivel freático: No se encontró hasta la profundidad explorada.

ANALISIS GEOTECNICO

Teniendo en cuenta las características del subsuelo encontrado y sus propiedades geotécnicas el sistema de cimentación más conveniente es un sistema superficial (Zapatatas y vigas de cimentación).

RECOMENDACIONES DE DISENO

Para cimentaciones superficiales el esfuerzo limite básico de falla de cimentaciones superficiales puede calcularse de acuerdo con la ecuación (H.4.2) de las normas NSR-10 Y usando las correlaciones apropiadas.

PARA CIMIENTOS CUADRADOS

$$q_0 = C \times N_c \times q(N_q - 1) + 0.5 Y_B N$$

Para arcillas el ángulo de fricción interna será cero por lo tanto la formula se reduce a:

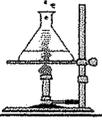
$$q_0 = C \times N'_c + y D$$

$$N_c = 5.14$$

$$N_q = 1 ; 0$$

$$N_y = 0$$

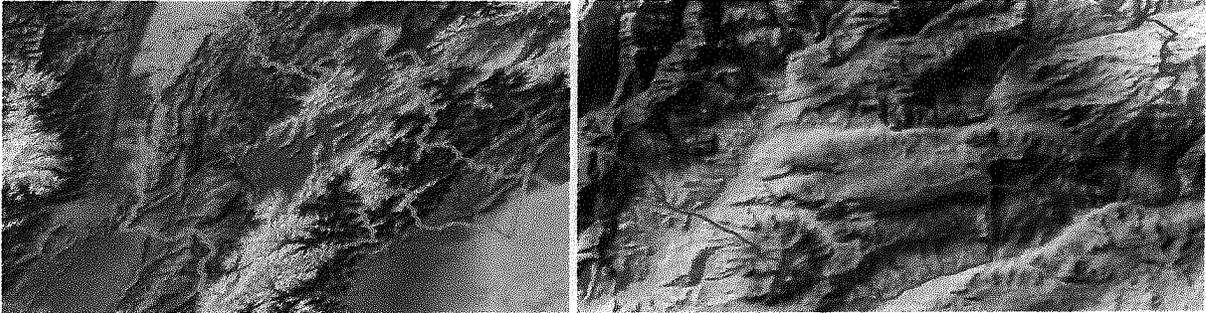
$$Q = 0$$



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Figura No. 2: Modelo de sombras y DEM sinergizados para resaltarlos aspectos fisiográficos del municipio



Durante el cenozoico, la formación de rocas estuvo ligada a procesos de levantamiento-erosión, estos movimientos orogénicos fueron los que levantaron y plegaron el geosinclinal del

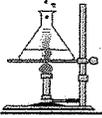
Estratigrafía

Es importante mencionar la formación geológica donde se encuentra ubicado el proyecto objeto de este estudio, merece la atención ya que el sector se formó dentro del **Miembro el tigre**, éste tiene un espesor aproximado de 320 metros, consta de una secuencia alternante de lodolitas ligeramente calcáreas, grises, en capas muy finas a muy gruesas, y areniscas de cuarzo, finas a gruesas hasta conglomeráticas, grises claras a oscuras, con cemento silíceo, ocasionalmente calcáreo, en capas delgadas a gruesas, plano paralelas, convergente, con estratificación interna ondulosa, está delimitado por el miembro Anapoima, en su techo.

Se localiza en sectores de las veredas: Santa Barbará, Hato Norte, La Concha, San Martín, **La Trinita**, El Tigre, San Esteban, Calucata, San Andrés, Laguna verde, Alto de las Flores, Santa Lucía, San José, Higuierón y La Chica. (En la vereda Trinita está ubicado el municipio de la Mesa)

Miembro Anapoima (Kitra): Espesor promedio de 600 metros, consta de una secuencia compuesta por lodolitas negras y grises oscuros, con presencia de yeso, e intercalaciones esporádicas de biomicrita, en capas delgadas, plano paralelas con concreciones con diámetros que varían entre pocos centímetros a metros, con intercalaciones de arenisca calcáreas, medias y finas, en capas medias.

El municipio La Mesa se encuentra localizado en la vertiente occidental de la cordillera oriental, hace parte de la cuenca del río Bogotá, que a su vez entrega



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

donde:

q_0 = valor máximo de presión del cimiento por unidad de longitud sin provocar la falla.

C= Fuerza de Cohesión

N_c, N_q y N_γ = Coeficientes de capacidad de carga $N'_c = N_c \times F_c$

$F_c = 1.0 + 0.19 B/L$

$q_0 = C \times N_c \times F_c + \gamma \times 0$

q_u = Compresión inconfiada capa arcilla CH = $0.84 T/m^2$ C=Cohesión = $0.42 T/m^2$

H = Espesor capa = 2.0 m

B/L = 1.0 para cimiento cuadrado

B/L = 0.5 para cimiento rectangular

B/L = 0.0 para cimiento continuo

$F_c = 1.19$ para cimiento cuadrado

$F_c = 1.095$ para cimiento rectangular

$F_c = 1.0$ para cimiento continuo

0 = profundidad de cimentación = 1.20 con mejoramiento suelo)

γ = peso unitario = $1.384 t/m^3$

CIMENTACION	B/l	L	c	N_c	D	q_0	q Adm
CUADRADA	1,00	1,384	42	620	1,2	32,65	10,88
RECTANGULAR	0,50	1,384	4,2	5,40	1,2	26,50	8,83
CONTINUO	0,00	1,384	4,2	5,00	1,2	22,66	7,55

$q_0 = 32.65 T/m^2$ para cimiento cuadrado

$q_0 = 26.50 T/m^2$ para cimiento rectangular

$q_0 = 22.66 T/m^2$ para cimiento continuo

Para un factor de seguridad de FS = 3.0

$q_{ADM} = 10.88 T/m^2$ para cimiento cuadrado

$q_{ADM} = 8.83 T/m^2$ para cimiento rectangular

$q_{ADM} = 7.55 T/m^2$ para cimiento continuo

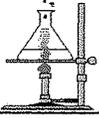
La capacidad de carga del suelo al nivel de cimentación recomendado es $k = 10.88 T/m^2$; determinada para cimiento corridos.

Asentamientos

Una vez analizada la información, se recomendó una cimentación

de tipo superficial consistente en zapata aisladas, unidas por vigas de amarre, las cuales serán suficientes para soportar las cargas impuestas.

La capacidad portante del suelo de cimentación, considerando el factor de seguridad de 3.00 (artículo H, literal Ho4.2. factor de falla NSR 10), se calcula como sigue



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

$q_u = 0.84 \text{ kg/cm}^2$
 $c_u = 0.042 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento

$$H = C_c H \frac{\log(P_o:0 + AP)}{1+e_o} \quad \text{AH } 0.009 \quad 0.005$$

Asentamiento Elásticos 0 Inelásticos

$$S = C_s q (1-u^2)^{E_u}$$

$C_s = 0.82 (L_w)$, Pag 157, tabla 5.4 Joseph Bowles 2^{da} edición
 $u = 0.50$, Para arcilla Saturadas

$E_s = 250 S_u = 1025 \text{ Ton } 1m^2$, pág. 160 Joseph Bowles 2^{da} edición

$$q = \gamma z = 9.32 \text{ Ton } 1m^2$$
$$= 0.82 * 6.25 * 1.61 * (1 - 0.50^2)^{1/0.25}$$

Asentamiento Inmediato

$$S = 0.006$$

Asentamiento total: $0.009 + 0.006 = 0.015 = 1.5 \text{ cms}$

Aceptable para arcillas, por debajo del permitido.

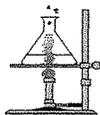
Estructura de cimentación No 1

Por la magnitud de las cargas que puede transmitir la estructura se propone como solución de cimentación, zapatas aisladas con vigas de amarre en ambos sentidos. (Ver fig.1)

Se recomienda una zapata con dimensión mínima de 1.00 metros las centrales serán mayores por la magnitud de las cargas.

DETALLE DEL MEJORAMIENTO DEL SUELO:

- Desde el nivel de cimentación (1.30 metros 0 hasta encontrar el estrato de arcilla café claro, con capacidad portante de 13.20 Ton/m^2), se coloca un recebo grueso (tamaño máximo de gruesos 3"), de 0.40 metros compactado en dos capas de 0.20 metros cada una al 95% del Proctor modificado, para elevar la capacidad portante del suelo aumentando el Angulo promedio de fricción interna.
- Para subir el nivel de cimentación de la zapata se recomienda aplicar una capa de suelo cementa proporción 1:8 compactado en una capa de 20.0cm, mínimo al 98% del proctor modificado hasta una altura tal que el nivel cero



CONSTRUCSUELOS E. U.

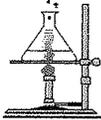
Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

- arquitectónico de la edificación se encuentre mínimo a 0.60metro sobre el nivel de la cimentación de la zapata.
- Sobre el suelo cementa se coloca una capa de concreto de limpieza de 5 centímetros sobre el cual se apoyará la zapata.
- Se puede emplear en cambio del recebo concreto ciclopeo 60% en piedra y 40% en concreto.

Bajo la viga de cimentación se debe colocar un recebo cemento con las mismas características del que se encuentra debajo de las zapatas.

El recebo debe tener las siguientes características.

- | | | |
|----|--------------------------------|----------------------|
| 1. | Tamaillo máximo: | 75mm |
| 2. | Pasa tamiz No 200: | $\leq 25\%$ en pesos |
| 3. | CBR de laboratorio: | ≥ 80 |
| 4. | Contenido de materia orgánica: | 0% |
| 5. | Limite liquido: | < 25 |
| 6. | Índice de plasticidad: | < 3 |



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

1. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO

El municipio de La Mesa, de acuerdo a lo establecido en la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente (NSR-10), pertenece a una zona de **amenaza sísmica Intermedia**; el tipo de perfil de suelo se clasifica como:

Zona de Riesgo Sísmico:	Intermedia
Aceleración Aa:	0.15
Av:	0.20
Ac:	0.14
Ad:	0:06
Perfil del Suelo:	E-perfil que cumplan el criterio de la velocidad de la onda de cortante, o 180 ms > -vs
Coefficiente de Sitio: Fa:	2.50
Coefficiente de Sitio: Fv	3.20
Estructura de Ocupación:	Construcción de un Piso
Coefficiente de Importancia:	I=1.00

Efectos Locales

Según el numeral A.2.4 de reglamento de construcciones sismo resistente NSR – 2010, el perfil del suelo correspondiente al Tipo E, ya que el perfil presenta una arcilla estable de gran espesor.

Para evaluar el tipo del perfil utilizado el método de velocidad media de la onda de corte parámetro pegado al parámetro la fórmula del método sisimisco cross-hole así:

- Es: Método de Elasticidad del Medio
- Yn: Peso específico del Medio
- g: Aceleración debido a la Gravedad
- u. Relación de Posición

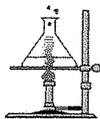
Evaluación de Velocidad.

$$\begin{aligned}Es &= 3400 \text{ T/m}^2 \\ y_n &= 1,918 \text{ T/m}^3 \\ g &= 9,18 \text{ m/sg}^2 \\ u &= 0,28\end{aligned}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{Es}{(y_n/g)}} * ((1-u) * (1-2u) * (1+u)) = 184,621 \text{ m/sg}$$

Parámetro Comparativo: 180m/sg > vs. – 180m/sg

Tipo de Perfil de Suelo E OK



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Localización de las coordenadas planas donde se realizaron las perforaciones de los sondeos

No. de Sondeos	Profundidad (m)	Localización y Coordenadas Planas
SONDEO	de 0.00 a 6.10	4.633436 -74.463758

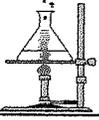
TABLA DE LOS PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

En el cuadro de a continuación se detalla el sector de perforación, el tipo de suelo, según la NTC 15041 y la U.S.C2.

Tabla 4. Perfiles Estratigráficos

Profundidad	Clasificación usc
0-00 m – 0,15/m	Capa / vegetal
0,15 / 1,50 m -6,10 m	SM – CL

Denominaciones Típicas del Suelo 3:



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

2. LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDOS DE HUMEDAD

Para estos límites se tienen la siguiente clasificación:

Tabla 5. Limos arcillosos SM

LL, %	LP, %	IP, %	w, %
54,1	41	19,5	9

El porcentaje de finos es 26 AL 34 %, la plasticidad presente es MEDIA en, presentando una mínima plasticidad en sus finos.

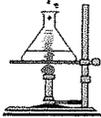
Tabla 6. Arcillas Limosas CL

LL, %	LP, %	IP, %	ω, %
41,5	17,4	27,7	7,6

Con base a estos datos nos da una clasificación de

Arena Arcillosa, con presencia de finos SC

el contenido de humedad del suelo está entre los 8.8 % a 9%, no existiendo presencia de nivel freático que pueda afectar el comportamiento del suelo en el sector alto de lote.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Tabla 7. Clasificación climática de Thornthwite.

Categoría	Descripción	Índice de Thornthwite I_m
Árido	Muy pocas lluvias, alta evaporación	-100 a -61
Semi-árido	Pocas lluvias	-60 a -21
Sub-húmedo	Lluvia moderada ó lluvia fuertemente estacional	-20 a +19
Húmedo	Lluvia estacional calurosa moderada	+20 a +100
Superhúmedo	Lluvias con alta frecuencia o muchos días con superficie húmeda	$I_m > 100$

Figura 3. Clasificación climática de pacificación por humedad con base en el índice de Thornthwite semihúmedo

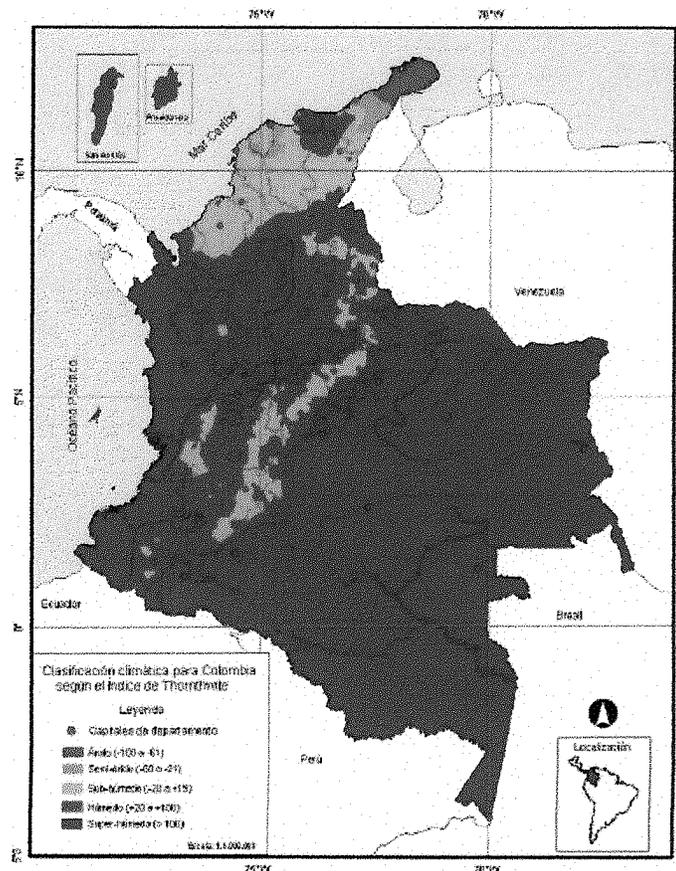
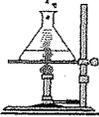


Figura 3.2. Clasificación climática de Colombia por humedad con base en el índice de



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

Para determinar las propiedades geo mecánicas del subsuelo encontrado, se toma como base las Normas Vigentes para Colombia (NSR-10 / INVIAS-13) para seguir el plan de inspección y ensayos de caracterización física como se relaciona en la Tabla 1-4 cantidad de ensayos ejecutados.

Tabla 8. Cantidad de ensayos ejecutados

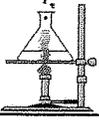
Ensayo	Norma Invias	Sondeo 1
Humedad Natural	E-122	3
Límites de Consistencia	E-125/126	3
Lavado Tamiz No. 200	E-213/214	3
Peso Unitario	E-152	3
Compresión Inconfinada	E-152	N/A
Ensayo SPT valor N	E-211	6.00 mts

ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.

Los asentamientos en suelos granulares se presentan inmediatamente después de este ser cargado a diferencia de los suelos cohesivos para los cuales el período de respuesta es más lento, además pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo, hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de distorsión que a los lentos, hasta el punto que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento.

Para estimar los valores de asentamientos se empleó el método elástico de Schilcher (1926) el cual consiste conocer las propiedades del suelo el cual se va apoyar la estructura con sus dimensiones y establecer los asentamientos de una estructura rígida o una estructura flexible. Y del suelo obtenemos los siguientes valores y son remplazados en las ecuaciones:

Carga admisible q_{adm}
Módulo de elasticidad Young
Coeficiente de Poissons



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Asientos			
Carga flexible			Carga rígida
• Esquina :	• Centro :	• Valor medio :	• Carga rígida :
$s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$	$s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$	$s = s_{(centro)} \cdot 0.848$	$s = 93\% \cdot s_{(valor\ medio)}$

Siendo:

$$I_p = \frac{1}{\pi} \cdot \left[m \cdot \ln \left(\frac{(m^2 + 1)^{1/2} + 1}{m} \right) + \ln \left[(m^2 + 1)^{1/2} + m \right] \right]$$

Una vez obtenidos todos los valores reemplazamos en la ecuación de Asentamientos, y obtenemos el resultado de los asentamientos basado en el método elástico obtenidos en las perforaciones de campo, el resultado obtenido es de 1.29 cm, este valor no sobrepasa el límite de 2,50 cms exigido por la norma.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizando los resultados de los ensayos en los diferentes estratos de los sondeos, se deduce lo siguiente.

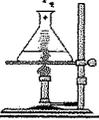
Presenta una capa orgánica en un área mínima, el suelo expuesto es de color café rojizo. Con escasa capa vegetal, el perfil estratigráfico es uniforme en su constitución hasta los 6,10 metros sondeados.

Se presenta una mínima capa de conformado de limo arenas con trazas de arcillas de mediana consolidación con presencia de material rocoso fracturado generalizado, material denominado como peñón, el cual se presenta como un estrato aislado.

El segundo estrato está conformado por arcillas plásticas con buena capacidad de soporte en estado seco y de deficiente capacidad con la presencia de agua, con cierto grado de expansividad.

Según los resultados del Ensayo de Penetración Standard SPT (en promedio de 26 golpes / pies), nos indica que el suelo posee una consistencia alta, para con una capacidad de soporte comprendida ente 2 a 3 Kg/cm² entre los 0.5 metros y 3 metros. A partir de los 3 metros el suelo presenta una mayor consistencia.

En general la consistencia del terreno es se consistencia dura con buena capacidad de soporte.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

RECOMENDACIÓN ADICIONAL

Según los resultados de los sondeos realizados y determinó que el suelo donde se construirá un muro de contención con material reciclado presenta alta capacidad de soporte suelo bueno.

es necesario de generar una restitución del suelo sobre la fundación e 0.3 mt con el fin de evitar cimentar sobre las arcillas

El tipo de cimentación que se puede desarrollar es de zapatas aisladas con viga de amarre

La resistencia a la compresión a una profundidad de 1.5 fue de $q_u = 22.2 \text{ tn/m}^2$

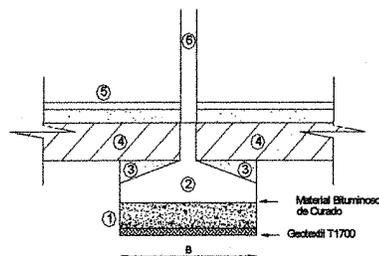
La capacidad portante admisible para una zapata desplantada a 1.5 metros y asumidad de 1.4 m por 1.4 m para una carga de 20 tn fue de $q\text{-adm}' = 15.83 \text{ tn/m}^2$.

La densidad promedio del suelo está entre 1.44 a 1.79 Kg/cm².

El ángulo de fricción de suelo está entre los 34° y 32°

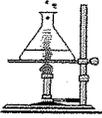
El diseño cimentación que se genere dependerá del sistema constructivo a implementarse y del cálculo estructural que demande la vivienda a construirse.

ALTERNATIVA DE CIMENTACION (I)
CORTE TÍPICO DE CIMENTACIÓN



CONVENCIONES

- ① afirmado compactado 25 cm
- ② Zapata Corrida de Sección Rectangular; Diseñada a Criterio del Ingeniero de Estructuras
- ③ Recibo Arenoso Compactado por Capas de Pisón Manual
- ④ Viga de Rigidez; Diseñada a criterio del Ingeniero de Estructuras
- ⑤ Losa de Piso
- ⑥ Columna del Proyecto



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Se recomienda efectuar vigas corridas con desplantes máximo a -0.9 mt, soportada en capa de afirmado compactado de 40 cm, compactada.

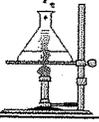
RECOMENDACIONES PARA TALUDES.

Las obras de mitigación y protección que se deben generar que ayuden a reducir riesgos de inestabilidad del talud se encuentran a saber:

- ✓ **cunetas:** Generar una cuneta de corona, en concreto que permita recibir las aguas de escorrentía de la corona, evitando erosión sobre la ladera del talud y evacuarlas adecuadamente por canaletas con disipadores de energía,
- ✓ **Trinchos.** Se recomienda generar trinchos naturales que permitan generar terrazas y adecuar el ángulo del talud donde se presente una mayor inclinación del mismo.
- ✓ **Empradización.** Se recomienda generar una capa vegetal y una mayor arborización sobre el talud, debido a que presenta una exposición del suelo arenoso, material muy susceptible a erosión hídrica.
- ✓ **Estructuras de contención.** El talud no irá a soportar cargas considerables por la ampliación proyectada, la zona donde más se expone el talud y la cual se analizó su geometría, se recomienda en este punto la construcción de una estructura de contención de máximo de 4 mts, que debe desplantarse hasta los 0.5. mt, desde la superficie.

Esta se debe localizar en el pie del talud, el cual no deberá sobrepasar más de 1.5 del corte del mismo a la altura total de la estructura a desarrollar,

Se debe generar una base mejorada y compactada de 20 cm al 95% del proctor modificado.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

Se debe implementar filtros en la parte superior e inferior de la estructura de contención del talud con muy poca pendiente que permitan evacuación de las aguas de escorrentías.

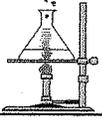
Para la construcción de muro de contención con material reciclado que permitan darle nivel adecuado a la vivienda, se debe generar un desplante hasta los 1.5 metros desde la superficie. Generando una capa de soporte de 0.3 m compactada.

Los factores a tomar en cuenta en el dimensionamiento y tipo de muro de contención que permita soportar los esfuerzos debidos al empuje del material del talud, basados en las teorías de Coulomb, están dependiendo del ángulo ϕ formado por el material con la horizontal trazada en extremo superior del muro y el ángulo de fricción interno Φ de este.

Debe considerarse que el material que efectuara la carga sobre el muro de contención que se desarrolle es una (arcilla plástica), estas generaran un empuje adicional por el saturamiento ocasionado por el agua, para lo cual se debe generar un área de lloraderos adecuada para permitir su evacuación.

Se recomienda generar filtros que permitan bajar los niveles de humedad tanto en parte superior del terreno y donde se necesiten los muros de contención.

Los Muros De Contención Empleados Para Confinar Cortes Y/O Rellenos, Se Diseñarán Para Trabajar En Voladizo O Por Gravedad Y Para Soportar Un Empuje De Tierras De Tipo Activo. La Carga Sobre El Muro Se Puede Calcular A Partir De Una Distribución Triangular De Presiones, Afectada Por Un Coeficiente De Presión De Tierras $K_a = 0.33$, Para Un Ángulo De Fricción De 21° .



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

SERVICIO EXISTENTE EN LA ZONA

Acueducto: en el asentamiento subnormal, el sistema de acueducto podría ser categorizado como rural, cuentan con la intervención de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de la mesa, poseen 3 puntos de captación del agua, dos ubicadas en la quebrada Este sistema cuenta con tipo de control ya que no posee un macro medidor y micro medidores.

Alcantarillado: en la condición actual no produce asentamiento y se evidencia un sistema de alcantarillado del cual se pueda evaluar, las aguas servidas y residuales son manejadas mediante pozos con tubería de 24", escorrentías superficiales y canales artificiales con dirección a la quebrada, y no crea diferentes problemáticas ambientales y de salubridad que se evidencian en diferentes sitios.

Aseo: el servicio de recolección de basuras es prestado por la empresa municipal con una frecuencia de 2 veces por semana, las basuras generalmente son depositadas al margen de la vía principal, aunque durante los recorridos realizados no se observaron basuras en algunos senderos y en algunas partes de la ronda de la quebrada. Según testimonios de los habitantes, en la parte alta de la ladera pasa también el servicio de aseo.

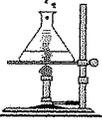
Energía Eléctrica: Cuenta con luz eléctrica en la mayor parte de este, cabe resaltar que estas instalaciones son legales ya que están conectadas por medio de una acometida de propiedad. Existen unos transformadores de energía los cuales permiten que la electrificadora realice un promedio de consumo y coloca una tarifa mensual.

Telefonía: La prestación del servicio de telefonía es predominantemente celular, pero algunos locales comerciales cuentan con telefonía fija.

Gas Domiciliario: actualmente existe la prestación de este servicio.

Por este motivo no existe remoción de masas o zonas críticas se debe mejorar las en esta zona rural del municipio de la mesa – Cundinamarca

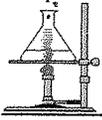
Se recomienda una estabilidad de taludes mediante anclajes en los límites de la zona posterior del lote y protección, y la instalación de geomallas las cuales tienen las ventajas de una alta resistencia y durabilidad las cuales complementan la



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

resistencia a la tensión y así crear una resistencia Geomalla-suelo complementen para recibir cargas y distribuir las uniformemente en el lote



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

4. ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

Para llevar a cabo el estudio de suelos, se tomaron muestras representativas de los estratos encontrados. Con las muestras obtenidas se procedió a clasificar el suelo mediante los ensayos de humedad natural, granulometrías y límites de Atterberg empleando las muestras alteradas y con las muestras inalteradas se determinó la capacidad portante por medio del ensayo de la compresión inconfiada y SPT.

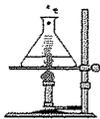
INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA & ASENTAMIENTOS

Dónde: A_s = Asentamiento [cm] = 1,02/1,71

K_s = Coeficiente de balasto [T/m³] = 884/1453 Ton/m³

RECOMENDACIÓN ADICIONAL

1. El diseño y construcción de redes de acueducto y alcantarillado deben garantizar que no se presenten infiltraciones en el suelo que saturen el subsuelo del proyecto y ocasionen inestabilidad en el proyecto.
2. Los materiales de río a emplear (piedra y grava), deben estar limpios de materia orgánica o cualquier otro elemento que pueda variar la capacidad de resistencia de los concretos, se recomienda grava triturada, en lo posible, de un tamaño de $\frac{3}{4}$ ". Antes de la colocación del concreto se debe colocar un solado de limpieza consistente en un concreto pobre de 2000 psi. El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 3000 psi mínimo.
3. El agua para morteros y concretos, deberá ser limpia y potable, además debe estar libre de aceites, grasas, limo y materiales orgánicos y otras impurezas que puedan reducir la resistencia y durabilidad de los mismos.
4. Con el fin de garantizar una mezcla de concretos homogénea y su resistencia a los 28 días se debe realizar un diseño de mezclas con los materiales elegidos para la construcción de dicho concreto, donde se especifica las cantidades exactas de cemento, arena, grava y agua, y en el control de la calidad del proceso constructivo la toma de cilindros en cada jornada de trabajo de acuerdo a lo especificado en las Normas Vigentes de Construcción. (NSR-10, etc.,)
5. Para la medida del agua usada en los concretos será la suficiente y mínima para asegurar una buena consistencia de la mezcla y compensar cualquier



CONSTRUCSUELOS E. U.

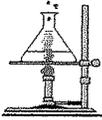
Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

variación en el contenido natural de los agregados, por lo tanto, se debe hacer la prueba del cono Slump por jornada de trabajo donde debe tener máximo de 8cms de asentamiento.

En todo caso las condiciones en campo deben ser verificadas por el geotecnista del proyecto durante la realización de la obra y ajustar los parámetros a los suelos encontrados diferentes a los reportados en este informe o en su defecto comunicarse con la empresa para realizar los ajustes respectivos.

la presión hidrostática no se tendrá en cuenta en el diseño, ya que el nivel freático no se detectó en la profundidad investigada, sin embargo se dejarán pases en los muros de $\phi 2''$ distribuidos en forma de zigzag y espaciados cada metro, para que las posibles filtraciones de aguas lluvias tengan salida. para evitar el lavado de finos y por ende la erosión interna del suelo, se recomienda la construcción de un subdrén por detrás del muro, el cual consiste en roca muerta gruesa con pocos finos o material de río cubierto por la cara del suelo con un geotextil del tipo no tejido 1800 negro de pavco o similar. las aguas infiltradas se recogerán por medio de tubería hasta la vertiente más cercana.

En caso de realizarse cortes a 90° , se deberán proteger las caras expuestas mediante safarriado en concreto pobre con malla de gallinero, con el fin de evitar la erosión por agentes ambientales, opcionalmente se podrán realizar cortes con talud a descenso o pendiente 1 a 2.



5. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

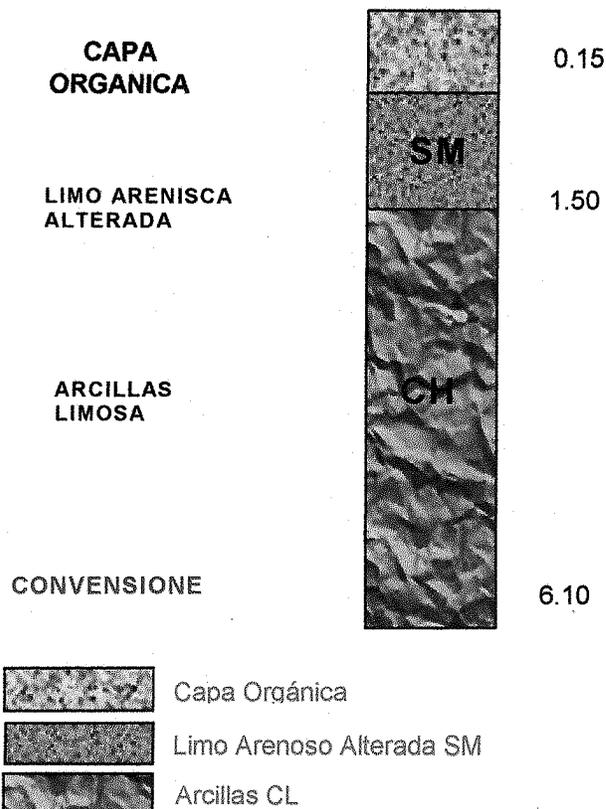
Analizando los resultados de los sondeos en los diferentes estratos en cada uno de los sondeos, se obtuvo los siguientes resultados.

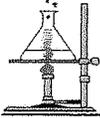
PERFIL DEL SUELO

El suelo del lote es en términos generales es homogéneo de perfiles de igual características, estando constituido por los siguientes estratos:

- ❖ Capa de material orgánico hasta. – 0.15 mts.
- ❖ Capa de material Limoso SM - CL de -0.15 hasta 1.50 y 6,10 mts.

Figura 5. Sondeos





CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

NIVEL FREÁTICO

En el momento de los ensayos In Situ NO SE identificó Aguas Subterráneas en cada Sondeo relacionado en el siguiente cuadro:

Numero	Profundidad Sondeo	Presencia De NAF
S.1	-6.00	No

Los cambios que el nivel de aguas freáticas sufre durante el año con las estaciones climáticas, se produce de preferencia en zonas bajas con escasea de escorrentía lateral. Los cambios de humedad que el suelo sufre por este motivo, depende tanto de la profundidad media del Nivel de Aguas Freáticas, como la capilaridad del suelo. Sin embargo, este nivel corresponde a un valor puntual en el tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterráneas.

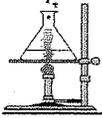
CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

Como Resultado de las Fases de Exploración, Muestreo, Laboratorio y Análisis e Interpretación de Resultados se ha logrado Caracterizar Geo mecánicamente el Subsuelo del Área en Estudio. Cabe hacerse notar que al comparar los resultados obtenidos de las perforaciones.

LICUEFACCIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos con mayor susceptibilidad de licuefacción, son las arenas sueltas o muy sueltas y sumergidas y limpias. Se debe tener especial cuidado con arenas que son producto de depósitos recientes de ríos, suelos eólicos.

Cuenca estratigráfica del proyecto, predominan los suelos cohesivos, pero existe un estrato de suelo arenoso a una profundidad promedio de cuatro metros, con un espesor de un metro. El estrato de suelo granular, corresponde con unos limos, con presencia de finos hasta del 47,2 al 63,3 % que es un valor significativo y que blinda las arcillas de procesos de pérdida de resistencia ante los excesos de presiones de poros generadas por una sollicitación cíclica. Además, la arena encontrada, tiene una compacidad media, con valores promedio de N, medidos en la prueba de SPT, de 35 golpes.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

6. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO

El municipio de la mesa, de acuerdo a lo establecido en la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente (NSR-10), pertenece a una zona de amenaza sísmica Intermedia; el tipo de perfil de suelo se clasifica como: Zona de Riesgo Sísmico:

	Intermedia
Aceleración Aa:	0.20
Av:	0.20
Ac:	0.12
Ad:	0:06
Perfil del Suelo:	D-perfil De suelos arcillosos que cumplan con cualquiera de las condiciones $IP > 20$ $50 \dot{N} > 15,0100k \text{ pa}$ $(= 1\text{Kgf/cm}) (=0.5\text{Kgf/cm}^2) \text{ u}$
Coefficiente de Sitio:	1.5
Estructura de Ocupación:	Construcción de dos Pisos
Coefficiente de Importancia:	I=1.00

Efectos Locales

Según el numeral A.2.4 de reglamento de construcciones sismo resistente NSR – 2010, el perfil del suelo correspondiente al Tipo D, ya que el perfil presenta una arcilla estable de gran espesor.

Para evaluar el tipo del perfil utilizado el método de velocidad media de la onda de corte parámetro pagado al parámetro la fórmula del método sisimisco cross-hole así:

- Es: Método de Elasticidad del Medio
- Yn: Peso específico del Medio
- g: Aceleración debido a la Gravedad
- u. Relación de Posición

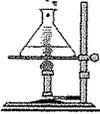
Evaluación de Velocidad.

$$\begin{aligned}Es &= 3400 \text{ T/m}^2 \\ y_n &= 1,918 \text{ T/m}^3 \\ g &= 9,18 \text{ m/sg}^2 \\ u &= 0,28\end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V(Es/(y_n/g))^{((1-u)*(1-2u)*(1+u))}}{1} = 184,621\text{m/sg}$$

Parámetro Comparativo: 360m/sg > vs. – 180m/sg

Tipo de Perfil de Suelo D OK



CONSTRUCSUELOS E. U.

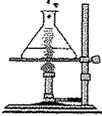
Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del Estudio de Suelos se siguieron los siguientes parámetros, teniendo en cuenta en capítulo H.3. Requisitos mínimos exigidos por la Norma Sismo resistente de 2010.

El estudio tiene como objeto revisar las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del sector, para de acuerdo a las condiciones regionales establecidas, obtener las condiciones y características geotécnicas de los materiales presentes para con este obtener los diseños y parámetros de cimentación para la edificación proyectada en el sitio y se garantice el buen comportamiento y funcionamiento de las estructuras proyectadas.

A continuación, se hace referencia de las actividades, ejecutadas in situ y en el laboratorio para el presente estudio:



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

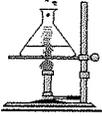
8. DISEÑO GEOTÉCNICO

A fin de Determinar las solicitudes de cargas a que está sometido el suelo en estudio, y cumpliendo con lo estipulado por la NSR – 10 [B.2.4], para una cimentación de este estilo y dado su uso.

Con el análisis de los resultados obtenidos se realizaron las recomendaciones pertinentes acerca del tipo de cimentación adecuada para la excavación buscando cumplir con los requerimientos de esfuerzos y deformaciones y teniendo en cuenta el factor económico, lo cual incluye análisis de capacidad portante, profundidad de cimentación y recomendaciones constructivas. De las perforaciones y los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas, así como de las observaciones efectuadas en el terreno, se determinó el perfil estratigráfico general del suelo

PROTECCIÓN DE TALUDES TEMPORALES

El contratista es el responsable de la estabilidad de los taludes temporales y permanentes y debe soportar y proteger a satisfacción del interventor todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la terminación de la obra. Así mismo, debe evitar la contaminación del material de fundación antes de la colocación de los respectivos Tuberías y rellenos. La protección de los taludes incluye el suministro y remoción de soportes, incluyendo los entibados y acodalamientos que sean necesarios, la desviación de aguas superficiales, el retiro de aguas subterráneas en las excavaciones, el suministro y mantenimiento de un sistema de drenaje y bombeo que sea requerido para estabilización del suelo que tiene la excavación.



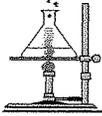
CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

ANEXOS

Como complemento a este informe, se incluyen los siguientes anexos:

- Anexo 1: Localización de General y de sondeos
- Anexo 2: Registros de Perforación
- Anexo 3: Resumen de Ensayos de Laboratorio
- Anexo 4: Memorias de cálculo capacidad de carga



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

La mesa 23 / Marzo / 2019

Señores
UNIVERSIDAD UNIMINUTOS
Ciudad.
GIRARDOT CUNDINAMARCA

En referencia a: Carta de Responsabilidad del Estudio de Suelos y Recomendaciones de: **INFORME GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIÓN DE CIMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DE UN MURO DE CONTENCIÓN CON MATERIAL RECICLADO (LLANTA) EN BARRIO RINCON SANTO MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA.**

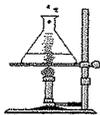
Respetados Señores:

El proyectista de la obra en mención, contrató la realización de un Estudio Geotécnico y Recomendaciones para la construcción de un muro de contención con material reciclado (llanta) en barrio rincón santo municipio de la mesa Departamento de Cundinamarca nos permitimos hacer entrega del Informe Final.

En el Informe se presenta una descripción de los trabajos de campo, el análisis geotécnico correspondiente y las recomendaciones de la cimentación para la estructura a construir. Además, se incluye en este informe la localización de los sondeos, registros de perforación, el resumen de los resultados de laboratorio, las memorias de cálculo correspondientes a la capacidad de carga del suelo y el registro fotográfico.

Las Actividades de Exploración, Muestreo y Laboratorio necesarias para la realización del presente estudio están reguladas por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente [NSR – 10 decreto 926 del 19 de marzo del 2010, decreto 2525 del 13 de julio del 2010 y decreto 092 de enero 17 del 2011], en el Título H, de “Estudios Geotécnicos”; así como de Normas asociadas a la misma como NTC por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales ASTM, a las cuales se hace referencia en el Capítulo H.2 de la NSR – 10.

Aunque se han tenido en cuenta todos los requerimientos que para el sitio establecen las Normas NSR-10, el Plan de Ordenamiento Territorial y Planes de Manejo Ambiental, entre otros; dichas recomendaciones podrían estar sujetas a cambios sugeridos por la oficina de curaduría / planeación.



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Esta oficina y Conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero civil" [Título IV – Capítulo II: Profesionales Diseñadores], CONSTRUCSUELOS E.U asume la responsabilidad del Presente Estudio Geotécnico, conforme a lo establecido por la NSR – 10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo Responsabilidad de los Diseños.

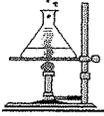
Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados obtenidos a partir de la información recopilada del plan de exploración, investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio ejecutados.

La información de exploración en campo y laboratorio de suelos corresponde a sitios puntuales, por lo tanto, los perfiles geotécnicos obtenidos son aproximados y establecidos de acuerdo a los perfiles de cada sondeo.

En caso de encontrarse alguna situación particular que no se hayan tenido en cuenta en este informe, se deberá hacer adiciones al plan de exploración y ensayos del subsuelo, se deberá informar inmediatamente a éste consultor, para realizar las aclaraciones y/o modificaciones oportunas para el buen desarrollo del proyecto. Los registros y documentos de este informé no podrán ser alterados o modificados sin la autorización de esta empresa.

Cordialmente,

JAVIER MARTIN SÁNCHEZ G.
IC. – E.V .T. Ing. CIVIL
Mat. 63202 - 74786 QND



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

LABORATORIOS



CONSTRUCSUELOS E.U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

**PERFIL ESTRATIGRAFICO
CLASIFICACION DE SUELOS**

NORMA NTC 1504

**GRÁFICA DE HUMEDADES
Y
CARTA DE PLASTICIDAD**

LIZETH DANIELA OSPINA, BRANDON ALCIDES

ALUMNO:	<u>BENAVIDES Y MARIA MIRELIS CORDOBA PALACIOS</u>	SONDEO No:	<u>1</u>
UNIVERSIDAD:	<u>UNIMINUTO DE DIOS</u>	PROFUNDIDAD (m):	<u>6,20</u>
OBRA:	<u>CONSTRUCCION DE MURO DE CONTENCIÓN EN MATERIAL RECICLADO</u>	NIVEL FREÁTICO (m):	<u>NO</u>
DIRECCIÓN:	<u>BARRIO RINCON SANTO</u>	FECHA:	<u>20/03/2019</u>
UBICACIÓN:	<u>LA MESA - CUNDINAMARCA</u>	INFORME PC No.:	<u>ES001</u>

CONVENCIONES

HUMEDAD NATURAL	X
LÍMITE LIQUIDO	L
INDICE PLÁSTICO	P

PROFUNDIDAD (m)	CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SPT	RES. COMPRESIÓN SIMPLE Kg/cm ²	consistencia	HUMEDAD EN %	MUESTRA No.	LÍMITES Y HUMEDAD NATURAL					PROF.	
									10	30	50	70	90		
0,00			MATERIAL COMUN												
0,13		CL	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD NEGRA CONSISTENCIA dura HUMEDAD BAJA	15				1							0.0-0.20
0,60		CL	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR ROJIZA CONSISTENCIA dura HUMEDAD BAJA	16	1,6	dura	5,32								
1,00		CL	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR ROJIZA CONSISTENCIA dura HUMEDAD BAJA	18				2							0.20-0.8
1,50		CL	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR ROJIZA CONSISTENCIA dura HUMEDAD BAJA	19	2,1	dura	6,30								
4,50			MATERIA CON LIMOS ARCILLOSOS Y CONGLOMERADOS	22											
4,50			MATERIA CON LIMOS ARCILLOSOS Y CONGLOMERADOS	23	2,5	dura	6,50								0.8-1.0
4,50			MATERIA CON LIMOS ARCILLOSOS Y CONGLOMERADOS	23	2,5	dura	6,50								
4,50			MATERIA CON LIMOS ARCILLOSOS Y CONGLOMERADOS	24											1.0-4.5
4,50			MATERIA CON LIMOS ARCILLOSOS Y CONGLOMERADOS	24	2,6	dura	7,00								
6,20			FIN DEL SONDEO	25											4.5-6.20

OBSERVACIONES:

ENSAYO
ELABORADO POR:

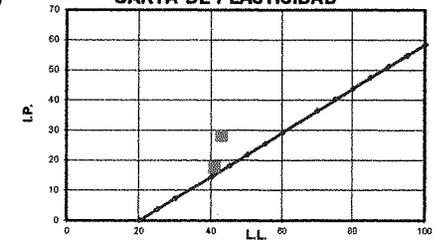
CARLOS ANDRÉS RODRIGUEZ
LABORATORISTA

REVISADO POR:

JAVIER M SANCHEZ
INGENIERO CIVIL

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

CARTA DE PLASTICIDAD





CONSTRUCSUELOS E.U

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCION

LÍMITES DE CONSISTENCIA, HUMEDAD NATURAL GRANULOMETRÍA Y % PASA 200

NORMAS NTC 77178/4630H778, INV-E 213/123/216/125

ALUMNO:	LIZETH DANIELA OSPINA, BRANDON ALCIDES BENAVIDES Y MARIA MIRELIS CORDOBA PALACIOS	ESPECIFICACION:	N/A
UNIVERSIDAD:	UNIMINUTO DE DIOS	LOCALIZACION:	LA MESA - CUNDINAMARCA
FECHA DE TOMA:	20/03/2019	CUMPLIMIENTO:	N/A
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	20/03/2019
CANTERA:	N/A	FECHA INFORME:	22/03/2019
MUESTRA No.:	1	SONDEO No.:	1
INFORME PC No.:	ES001	MUESTRA No.:	N/A
		PROFUNDIDAD:	0.20-0.8

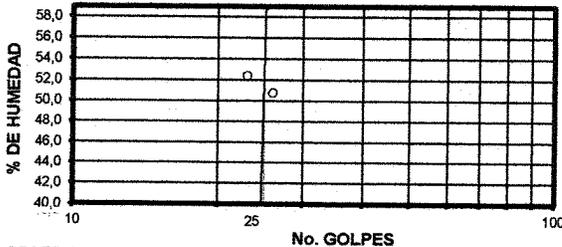
LÍMITES DE CONSISTENCIA CL

LÍMITE LÍQUIDO - LL NTC 4630			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	26	23	20
Recipiente No.	15	15	32
P ₁	33,35	36,40	CL
P ₂	25,50	25,50	20,86
P ₃	10,04	4,70	9,93
P _w	7,85	10,90	-20,86
P _s	15,46	20,80	10,93
W%	50,78	52,40	-190,85

LÍMITE PLÁSTICO - LP NTC 4630			Humedad NTC 1776
Recipiente No.	17	18	19
P ₁	13,90	17,40	97,40
P ₂	13,20	15,91	92,01
P ₃	10,40	9,60	9,57
P _w	0,70	1,49	5,39
P _s	2,80	6,31	82,44
W%	25,00	23,61	

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

LÍMITE LÍQUIDO



OBSERVACIONES:

EQUIPOS UTILIZADOS:
ENSAYOS ASOCIADOS:

ELABORADO POR:

CARLOS ANDRES RODRIGUEZ
LABORATORISTA

REVISADO POR:

JAVIER M SANCHEZ
GERENTE TÉCNICO

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

GRADACIÓN NTC 77 - 78

Tamiz, plg	Tamiz (mm)	Peso (g)	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				100,0%
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76				100,0%
8	2,38				100,0%
10	2,00				100,0%
12	1,68				100,0%
16	1,19				100,0%
30	0,59				100,0%
40	0,42				100,0%
50	0,30				100,0%
80	0,18				100,0%
100	0,15	15,4	1,7%	1,7%	98,3%
200	0,07	8,0	0,9%	2,5%	97,5%
Pasa 200		898,7	97,4%	100,0%	0,0%
Total		922,3			

RESULTADOS

Límite Líquido	54,78	%
Límite Plástico	24,31	%
Índice Plástico	30,48	%
Gravas	0,0%	
Arenas	0,0%	
Finos	97,5%	
A.A.S.H.T.O.	CL	
Índice de Grupo	8	
U.S.C	A.7.6	
Cu =	6,01	
Cc =	1,50	

Altura cm	2,28	Vol cm ³	52,41
φ cm	5,41	Peso g	82,68
Area cm ²	22,99	P Un g/cm ³	1,58



CONSTRUCCIONES E.U

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCION

LÍMITES DE CONSISTENCIA, HUMEDAD NATURAL GRANULOMETRÍA Y % PASA 200

NORMAS NTC 77178/A630/1776, INV-E 213/123/218/125

ALUMNO:	LIZETH DANIELA OSPINA, BRANDON ALCIDES BENAVIDES Y MARIA MIRELIS CORDOBA PALACIOS	ESPECIFICACION:	N/A
OBRA:	CONSTRUCCION DE MURO DE CONTENCIÓN EN MATERIAL RECICLADO.	LOCALIZACION:	LA MESA - CUNDINAMARCA
FECHA DE TOMA:	20/03/2019	CUMPLIMIENTO:	N/A
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	20/03/2019
CANTERA:	N/A	FECHA INFORME:	22/03/2019
MUESTRA No.:	2	SONDEO No.:	1
INFORME PC No.:	ES001	MUESTRA No.:	1
		PROFUNDIDAD:	0.20-0.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA

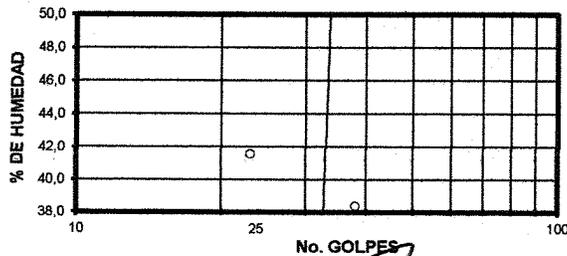
CL

LÍMITE LÍQUIDO - LL NTC 4630			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	23	16
Recipiente No.	30	19	12
P ₁	20,27	19,40	CL
P ₂	17,20	16,20	14,55
P ₃	9,20	8,50	9,60
P _w	3,07	3,20	-14,55
P _s	8,00	7,70	4,95
W%	38,38	41,56	-293,94

LÍMITE PLÁSTICO - LP NTC 4630			Humedad NTC 1776
Recipiente No.	35	31	48
P ₁	13,80	15,12	79,97
P ₂	13,20	14,18	75,84
P ₃	10,40	10,41	10,03
P _w	0,60	0,94	4,13
P _s	2,80	3,77	65,81
W%	21,43	24,93	

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

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN

NTC 77 - 78

Tamiz, plg	Tamiz (mm)	Peso inicial: 429,80 g	Peso final: 12,31 g	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10					
2 1/2"	64,00					
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,00					
1/2"	12,70					
3/8"	9,51					
4	4,76					
8	2,38					
10	2,00					
12	1,68					
16	1,19					
30	0,59					100,0%
40	0,42				0,0%	100,0%
50	0,30				0,0%	100,0%
80	0,18				0,0%	100,0%
100	0,15				0,0%	100,0%
200	0,07	12,3		2,9%	2,9%	97,1%
Pasa 200		417,5		97,1%	100,0%	0,0%
Total		429,8				

RESULTADOS

Límite Líquido	-58,02	%
Límite Plástico	23,18	%
Índice Plástico	-81,20	%
Gravas	0,0%	
Arenas	0,0%	
Finos	97,1%	
A.A.S.H.T.O.	CL	
Índice de Grupo	8	
U.S.C	A,7,6	
Cu =	6,00	
Cc =	1,50	

Altura cm	2,31	Vol cm ³	52,51
φ cm	5,38	Peso g	83,15
Area cm ²	22,73	P Un g/cm ³	1,58

OBSERVACIONES:

EQUIPOS UTILIZADOS:

ENSAYOS ASOCIADOS:

ELABORADO POR:

CARLOS ANDRÉS RODRIGUEZ
LABORATORISTA

REVISADO POR:

JAVIER M. SANCHEZ
GERENTE TÉCNICO

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

CONSTRUCSUELOS

LABORATORIO DE SUELOS. DISEÑOS Y CONSTRUCCION

MEMORIA DE CALCULO - METODO DE TERZAGHI

CAPACIDAD DEL SUELO

Elementos Del Calculo: asumimos la carga sobre la capa de desplante

Predimensionamiento zapata :

asumiendo una zapatas aisladas con viga de enlace:

Df: Profundidad desplante =	1,5	metros
qu: Resistencia compresion =	24	Tn/m2
D': Densidad Suelo =	1,65	Tn/m2

Formula Terzaghi suelos limos arcillosos

ϕ	Nc	Nq	Ny
0	5,7	CERO	CERO

qc: Capacidad De Carga Ultima

$$q_c = 2.85 \cdot q_u \cdot (1 + 0.3 \cdot (B/L)) + D' \cdot D_r$$

$$q_c : \quad 44,46 \quad + \quad 2,475$$

qc:	46,94 Tn/m2
-----	-------------

Fs: Factor de seguridad= 3

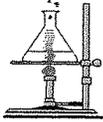
qad: Capacidad Admisible

$$14,82 + 2,475$$

qad:	17,295 Tn/m2
------	--------------

CARGAS MAXIMA POR ZAPATA

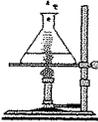
CARGA	ZAPATAS
Tn	cuadrada
5,00	0,54
8,00	0,68
9,00	0,72
10,00	0,76
20,00	1,08



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción





CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción



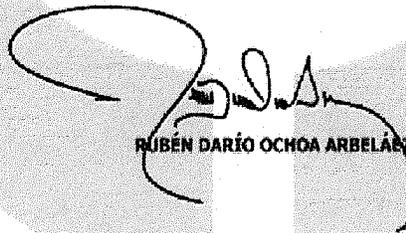
CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
Nº E2018VEN00246466

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que SANCHEZ GUERRERO JAVIER MARTIN identificado (a) con Cédula de Ciudadanía Nº 93378931, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional Nº 63202-74786 QND desde el (los) veintitres (23) día(s) del mes de noviembre del año mil novecientos noventa y ocho (1998).
2. Que la (el) 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 (el) referida (o) 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 veintiseis (26) días del mes (noviembre) del año dos mil dieciocho (2018).



RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web <http://gdigital.copnia.gov.co/investeCSV> indicado el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento

Calle 78 Nº 9 - 57 Piso 13 - Bogotá D.C. Pbx: 3220102 - Correo-e: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

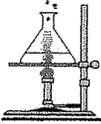
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA

Calle 78 Nº 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.

e-mail: contactenos@copnia.gov.co

www.copnia.gov.co

Documento firmado por: CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA. Nº de serie: 129108584675837808982322119188060538850.
Consejo del certificado: AC TESTINTE CERTIFICAMARA S.A. Fecha de emisión de la firma: 26/11/2018 15:45:41.
Codigo de verificación (http://gdigital.copnia.gov.co/investeCSV): n8Qz6k7v1wmY1LxwY1g http://www.copnia.gov.co
Página 1 de un total de 1 página(s).



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
93.378.931

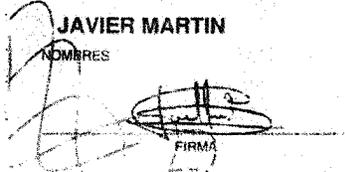
NUMERO

SANCHEZ GUERRERO

APELLIDOS

JAVIER MARTIN

NOMBRES


FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 02-ABR-1970

GACHALA
(CUNDINAMARCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.70

ESTATURA

O+

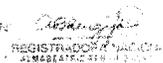
GR. SANG.

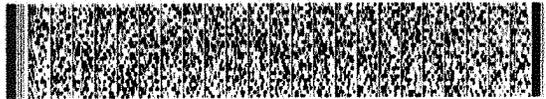
M

SEXO

21-JUL-1988 IBAGUE

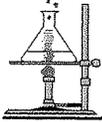
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION


REGISTRADOR NACIONAL
DE IDENTIFICACION



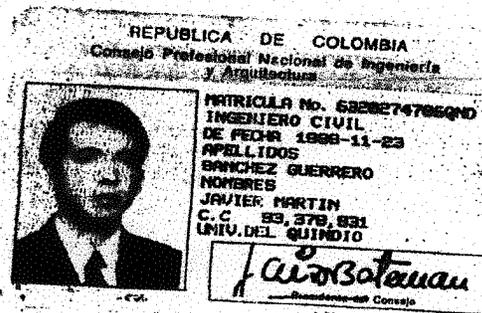
A 2000100-63151021 M 0092378031-20061023

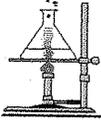
06110 06298A 02 209434680



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción





CERTIFICACIÓN

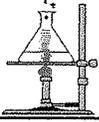
Yo *Javier Martin Sánchez G* Ingeniero Civil Con Matricula profesional 63202-74786 QND, certifico que realice el estudio geotécnico para el proyecto de Construcción de Muros de Contención con material reciclado (llanta), del Municipio de la mesa – Departamento de Cundinamarca. Cumpliendo la Norma NSR 2010-H-2-2-2-1-d, por ende, asumo toda la responsabilidad de los estudios realizados.

La responsabilidad del suscrito, como geotecnista, compromete al diseñador estructural a ejecutar sus diseños de acuerdo a las memorias y recomendaciones suministrados. Algún cambio, adición u omisión debe ser consultada al ingeniero, autor del estudio geotécnico.

Dado en la mesa a los 20 días del mes de Marzo del 2019

Cordialmente.

JAVIER MARTIN SANCHEZ G.
M.P. 63202-74786 QND
ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE – TOPOGRAFO



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Mesa es un municipio del departamento de Cundinamarca en Colombia, ubicado en la Provincia del Tequendama a 54 km al suroeste de Bogotá, la capital colombiana. Es la capital de la Provincia del Tequendama, una de las 15 en que se encuentra dividido el Departamento de Cundinamarca. [Wikipedia](#)

Superficie: 148 km²

Población: 31.350 (2015)

Hora local: viernes, 11:22 p. m.

Gentilicio: Mesuno, -a

Tiempo: 22 °C, viento del N a 5 km/h, humedad del 90 %

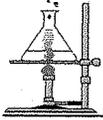
3.1 MORFOLOGIA DEL TERRENO

La zona donde se encuentra el lote tiene una topografía con pendiente o inclinada suelo conformados por limos arcillosos y areno arcillosos con alto contenido de gravas y cantos rodados de diferentes tamaños. Se encuentra también rocas sedimentarias de gran tamaño.

3.2 GEOLOGIA

Tomando como base estudios, establece que en el área afloran básicamente los grupos de arcilla en matriz gravosa de color amarillo oscuro y arcillas grises altamente consolidadas. Las rocas se encuentran a mayor profundidad de la explorada.

En el departamento de Cundinamarca las rocas más antiguas son secuencias metamórficas de edad paleozoica inferior, seguida por una serie de estratos sedimentarios depositados de manera intermitente entre los 160 millones y los 65 millones de años, que se extienden en el altiplano de Bogotá y en el flanco occidental y oriental de la Cordillera Oriental



CONSTRUCSUELOS E. U.

Laboratorio de Suelos, Diseño y Construcción

REGISTRO FOTOGRAFICO

ANEXO E. PRESUPUESTO DE OBRA

PRESUPUESTO DE OBRA

Descripción de la obra:

Construcion de muro de cimentacion en neumatico reciclado y escombros de obra.

No. Partida	Partida	Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Precio			Importe
					Unitario	Total	Recurso	
1	Estudios	Estudio de suelos	apique	1,0	\$ 700.000	\$ 700.000	Propios	\$ 700.000
		Calicata	m3	1,0	\$ -	\$ -	laboratorios uniminuto	\$ -
		Ensayo de densidad (cono de arena)	muestra	1,0	\$ -	\$ -	laboratorios uniminuto	\$ -
TOTAL DE ESTUDIOS								\$ 700.000
2	Preliminares	Descapote del terreno (retroescavadora)	hora	0,5	\$ 80.000	\$ 40.000	Recursos alcaldia de la mesa	\$ 40.000
		Retiro de material vegetal y dispuesto en lugar adecuado (retroescavadora)	hora	0,5	\$ 80.000	\$ 40.000	Recursos alcaldia de la mesa	\$ 40.000
		Recoleccion de neumaticos en deposito (retroescavadora)	hora	1,0	\$ 80.000	\$ 80.000	Recursos propios y Alcadia de la mesa	\$ 80.000
		Transporte de neumatico a sitio de acopio	viaje	3,0	\$ 50.000	\$ 150.000	Propios	\$ 150.000
TOTAL DE ESTUDIOS								\$ 150.000
3	Estructura	Transporte y disposicion de material (neumaticos) en el sitio de la obra	viaje	2,0	\$ 50.000	\$ 100.000	Recursos alcaldia de la mesa	\$ 100.000
		Excavacion de tenerreno con afine de talud y fondo	m3	110,0	\$ 727	\$ 80.000	Recursos propios y alcaldia de la mesa	\$ 80.000
		Recebo	viaje	2,0	\$ 150.000	\$ 300.000	Recursos propios y alcaldia de la mesa	\$ 300.000
		Arena con escombros de obra	viaje	6	\$ 150.000	\$ 900.000	Recursos alcaldia de la mesa	\$ 900.000
		mano de obra personas de la comunidad	dia	3	\$ -	\$ -	Personas de la comunidad (7 personas)	\$ -
		Mano de obra maestro de construccion	dia	2	\$ 100.000	\$ 200.000	Propios	\$ 200.000
	Equipo y maquinaria	Alquiler de rana	dia	3	\$ 70.000	\$ 210.000		\$ 210.000
		Herramienta menos	unid.	N/A	\$ -	\$ -	Propios y la comunidad	\$ -
		construccion filtro y compra de geotextil (amarres)	ml	N/A	\$ 270.000	\$ 280.000	Propios	\$ 280.000
TOTAL DE ESTRUCTURA								\$ 2.070.000
VALOR TOTAL								\$ 2.920.000
IMPORTE ALCALDIA MUNICIPIO DE LA MESA								\$ 1.750.000
TOTAL REAL (GASTOS)								\$ 1.170.000

ANEXO F. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Programación Diseño y Construcción de Muro de Contención

Id	Modo de tarea	% comple	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	2019													
							8	13	18	23	28	2	7	12	17	22	27	2	7	12
1	✓	➡	MURO DE CONTENCIÓN EN NEÚMATICOS	46 días	jue 14/03/19	jue 16/05/19	100%													
2	✓	➡	ESTUDIOS	7 días	jue 14/03/19	vie 22/03/19	100%													
3	✓	➡	Reconocimiento del terreno	1 día	jue 14/03/19	jue 14/03/19	100%													
4	✓	➡	Toma de muestras	1 día	vie 15/03/19	vie 15/03/19	100%													
5	✓	➡	Estudio de suelo	6 días	vie 15/03/19	vie 22/03/19	100%													
6	✓	➡	PRELIMINARES	13 días	lun 8/04/19	mié 24/04/19	100%													
7	✓	➡	Toma de medidas	1 día	lun 8/04/19	lun 8/04/19	100%													
8	✓	➡	Solicitud de materia prima	3 días	mié 10/04/19	vie 12/04/19	100%													
9	✓	➡	Soliditud a la Alcaldía de maquinaria	3 días	mar 16/04/19	jue 18/04/19	100%													
10	✓	➡	Reunion con la comunidad	1 día	jue 18/04/19	jue 18/04/19	100%													
11	✓	➡	Descapote	1 día	mié 24/04/19	mié 24/04/19	100%													
12	✓	➡	Retiro de vegetacion	1 día	mié 24/04/19	mié 24/04/19	100%													
13	✓	➡	Recoleccion de materia prima	1 día	mar 23/04/19	mar 23/04/19	100%													
14	✓	➡	ESTRUCTURA	13 días	mar 30/04/19	jue 16/05/19	100%													
15	✓	➡	Trazado de ejes	1 día	mar 30/04/19	mar 30/04/19	100%													
16	✓	➡	Excavacion (retro escavadora)	1 día	mar 30/04/19	mar 30/04/19	100%													
17	✓	➡	Disposicion de material (neumatico) in situ	1 día	mar 30/04/19	mar 30/04/19	100%													

Tareas críticas		solo fin		Resumen manual	
División crítica		solo duración		Resumen del proyecto	
Progreso de tarea crítica		Línea base		Tareas externas	
Tarea		División de la línea base		Hito externo	
División		Hito de línea base		Tarea inactiva	
Progreso de tarea		Hito		Hito inactivo	
Tarea manual		Progreso del resumen		Resumen inactivo	
solo el comienzo		Resumen		Fecha límite	

