



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Diseño a nivel de prefactibilidad de un sistema de
protección de taludes mediante la utilización de neumáticos
usados.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

Autores:

HERNÁN RODRIGO CAPELO RAMÓN
BRANDON EDUARDO ORDÓÑEZ ESCANDÓN

Director:

ROLANDO ARMAS NOVOA

CUENCA - ECUADOR

2022

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis principalmente a mis padres que han sabido ser el pilar y la guía en mi vida para poder llegar a ser un profesional, a pesar de los tropiezos en el camino fueron ellos quienes no se dieron por vencidos, mis hermanos Gustavo, Daniel y Marco por estar siempre que los necesité y a los amigos que siempre supieron tenderme su mano.

Sin su incansable apoyo y dedicación nunca lo habría logrado.

Hernán Rodrigo Capelo

A mi esposa Marlin Edith Orellana León, a mis padres Luis Mario Ordóñez Ortega y Mariana Piedad Ortiz Ochoa, a mis hermanas Amalia Gabriela y Juliana Belén, a mis abuelitos Amable Ordóñez, Liduvina Ortega, Josué Ortiz que en paz descanse y Piedad Ochoa.

Quienes, con su apoyo, sus valores, sus exigencias, me han ayudado a salir adelante y luchar por todo lo que uno se propone, son un pilar fundamental en mi vida y gracias a ellos he demostrado lo que soy capaz.

Brandon Eduardo Ordóñez

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestros padres y demás familiares por estar siempre con nosotros apoyándonos en todo momento.

A nuestro director de tesis al Ing. Rolando Armas Novoa, por demostrar todo su conocimiento y gracias a ello poder realizar este proyecto.

A nuestros docentes, por compartir todos sus conocimientos y aplicarlos a futuro.

A todo el personal de la Universidad del Azuay, a nuestros amigos y compañeros de todos los años durante la universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS	2
AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I GENERALIDADES	13
1.1. Antecedentes	13
1.2. Justificación	13
1.3. Alcance	14
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	16
2.1. Estado del arte	16
2.1.1. Propuesta de utilización de llantas usadas en el cantón Rumiñahui. Provincia de Pichincha.	17
2.1.2. Técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho	18
2.1.3. Estabilización de taludes con muros de llantas desechadas.	18
2.1.4. Problemática en el manejo de neumáticos usados.	19
2.1.4.1.1. Muro de neumáticos usados	20
2.1.4.2. Ventajas del muro de neumáticos	20
2.2. Intemperismo.	21
2.3. Erosión	22
2.4. Desprendimientos o caídas	22
2.5. Mecanismo del sifonamiento del suelo	23
2.6. Materiales	24
2.6.1. Geotextil	24
2.6.1.1. Clasificación	24
2.6.1.2. Funciones	26
2.6.1.3. Separación	26

2.6.1.4. Filtro	27
2.6.1.5. Drenaje planar	27
2.6.2. Neumáticos	28
CAPÍTULO III METODO CONSTRUCTIVO	29
3.1. Método de Construcción.....	29
3.2. Proceso de construcción	30
3.2.1. Limpieza y nivelada de la superficie del suelo	30
3.2.2. Cimentación.....	30
3.2.3. Geotextil	32
3.2.4. Los neumáticos	33
3.2.5. Apilamiento y relleno de neumáticos	33
3.2.6. Amarre.....	34
3.2.7. Pendiente	35
3.2.8. Terrazas	37
3.2.9. Construcción a base de los perfiles analizados.....	38
3.2.9.1 Perfil 1	38
3.2.9.2 Perfil 2	39
3.2.9.3. Perfil 3	39
CAPITULO IV RESULTADOS	40
4.1. Resultado de ensayos de laboratorio del material a utilizar en el relleno de los neumáticos.	40
4.1.1. Granulometría.....	42
4.1.2. Limite líquido	42
4.1.3. Limite Plástico	43
4.1.4. Gravedad Específica	43
4.1.5. Compactación de suelos tipo Estándar	43
4.2. Clasificación del suelo	44
4.3. PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	46
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Configuración de un muro de neumáticos.	20
Figura 2.2 Mecanismo de Desprendimiento y Colapso.	23
Figura 2.3 Entramado de fibras de un geotextil tejido.	25
Figura 2.4 Fibras discontinuas de un geotextil no tejido.	25
Figura 2.5 Características de los geotextiles.	26
Figura 2.6 Comportamiento del suelo con y sin geotextil.	27
Figura 2.7 Geotextil evita que se mezclen los diferentes estratos.	27
Figura 2.8 Geotextil posee una alta conductividad de agua.	28
Figura 2.9 Estructura y composición de un neumático.	28
Figura 3.1 Muro en el pie del Talud.	31
Figura 3.2 Base de protección.	31
Figura 3.3 Área para compactar.	32
Figura 3.4 Colocación del Geotextil.	32
Figura 3.5 Vista en planta de los elementos de la protección.	33
Figura 3.6 Amarre de neumáticos.	34
Figura 3.7 Base de protección.	34
Figura 3.8 Construcción de la protección.	35
Figura 3.9 Pendiente.	36
Figura 3.10 configuración y ángulo.	37
Figura 3.11 Base de protección.	38
Figura 4.1 Vista en planta del talud.	41
Figura 4.2 Vista Frontal del Talud.	41
Figura 4.3 Demostración de la protección del talud.	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Resultado de ensayos de laboratorio de suelos	44
Tabla 4.2 Presupuesto referencial de la protección del talud.	47

DISEÑO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN DE TALUDES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NEUMÁTICOS USADOS

RESUMEN

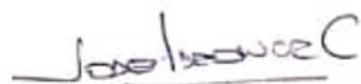
El presente estudio tiene por objeto, el diseño a nivel de prefactibilidad de un sistema de protección de taludes mediante la utilización de neumáticos usados, el lugar a proteger está ubicado en Cuenca, sector Parque Industrial (Antigua Panamericana) y el tamaño a proteger del talud es de 70.20 metros de base y una altura de 17 a 24 metros. Los métodos de diseño efectuados fueron: levantamiento topográfico, estudio de suelos e investigación. Se parte de un talud estable. Debido a la altura del talud este se dividió en dos tramos de 25 metros cada uno, formando 3 perfiles, para lo cual se tendrán en cuenta distintas consideraciones para la construcción. Por último, el presupuesto referencial para la construcción de la protección del talud propuesto es \$83,000.00. Se adjuntan los planos de planta, perfiles y detalles para la construcción a nivel de prefactibilidad.

Palabras Clave:

Prefactibilidad, protección, talud, sifonamiento mecánico, meteorización.



Ing. Rolando Armas Novoa
Director del Trabajo de Titulación



Ing. José Vázquez Calero
Director de Escuela



Hernán Rodrigo Capelo Ramon
Autor



Brandon Eduardo Ordóñez Escandón
Autor

DESIGN AT A PRE FEASIBILITY LEVEL OF A SLOPE PROTECTION SYSTEM BY USING USED TIRES

ABSTRACT

This study aimed to design a pre-feasibility level of a slope protection system through used tires. The place to be protected is located in Cuenca, Parque Industrial sector (Antigua Panamericana), and the size of the slope to be covered. It has a base of 70.20 meters and a height of 17 to 24 meters. The design methods used were a topographic survey, soil study, and research. It started from a stable slope. Due to the height of the east slope, it was divided into two sections of 25 meters each, forming three profiles, for which different construction considerations will be considered. Finally, the reference budget for constructing the proposed slope protection was \$83,000.00. The floor plans, profiles, and details for the building at the pre-feasibility level were attached.

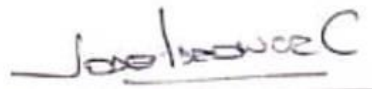
Keywords:

Pre-feasibility, protection, slope, mechanical siphoning, weathering.



Ing. Rolando Armas Novoa

Thesis Director



Ing. José Vázquez Calero

Faculty Director



Henan Rodrigo Capelo Ramón

Author



Brandon Eduardo Ordóñez Escandón

Author



Hernán Rodrigo Capelo Ramón

Brandon Eduardo Ordóñez Escandón

Ing. Rolando Armas Novoa

Febrero, 2022

DISEÑO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN DE TALUDES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NEUMÁTICOS USADOS

INTRODUCCIÓN

El ser humano y las fuerzas de la naturaleza mantienen una estrecha relación, ya que al igual que las personas, la naturaleza es dinámica, está sujeta a cambios constantes en sus procesos, lo que la vuelve impredecible y generadora de graves consecuencias sobre la vida diaria de las poblaciones. Estos problemas que existen entre la naturaleza y la población mundial, son la puerta para que proyectos de estudio sobre los procesos que nos afectan se lleven a cabo con el fin de intentar prevenir, medir y planificar, intentando reducir los daños.

A lo largo de su historia el ser humano ha sido vulnerable ante los desastres naturales, debido a características de la naturaleza que la vuelven impredecible y produciendo eventos capaces de causar graves daños, como problemas en la infraestructura, pérdidas económicas e impacto sobre la salud de la población. En la actualidad el mundo se encuentra más informado sobre los eventos naturales, ya sean inundaciones, sequías, deslizamientos, etc; lo que ha incrementado la preocupación de la población, y han propiciado la realización de estudios más detallados sobre la ocurrencia de estos desastres naturales, con el fin de desarrollar una mejor planificación en las ciudades, planes de contingencia, etc. ante posibles eventos.

Como ha demostrado la historia, muchos de los problemas relacionados con desastres naturales son por múltiples causas de origen antrópico, entre las cuales se puede citar, el aumento de asentamientos en zonas que históricamente han presentado un riesgo, los cambios en las redes de drenaje, desertificación, cambios en

el uso del suelo, deforestación, etc. que aceleran y magnifican la ocurrencia de estos fenómenos.

Otras condiciones a considerar son las climáticas, geológicas, litológicas, etc. que dependiendo de sus características vuelven a una región más susceptible a sufrir cierto tipo de evento, un ejemplo es la ciudad de Cuenca, en las épocas donde existe mayor precipitación, sumado a las condiciones de los taludes (pendientes, materiales sedimentarios y meteorizados, fracturación, etc.), zonas con presencia de fallas geológicas, redes de drenaje, entre otros factores, muestran una predisposición a generar deslizamientos, causando preocupación en la población.

La ciudad de Cuenca acusa problemas fuertes de inestabilidad de taludes por movimientos en masas los cuales se detonan y generalizan en los periodos invernales, de precipitaciones altas, súbitas e intensas. En este sentido, los costos de tratamientos de ingeniería convencionales para la estabilización de taludes y control de erosión, requieren de recursos económicos altos dirigidos a solventar la situación entorno a posibles desastres que pudieran generar de esta formación terrestre.

Dado lo anterior es cada vez más necesario, utilizar tecnologías de fácil construcción con materiales económicos que permitan hacer frente a los fenómenos del cambio climático. En la última década se han visto grandes avances en la implementación de sistemas y estructuras en tierra mecánicamente estabilizadas, más conocidos como “tierra reforzada” (Álvarez Suárez & Saurith Manjarrez, 2010), que usan como refuerzo; geotextiles, geomallas, refuerzos metálicos y armado de placas en concreto como paramento para la construcción de sistemas de contención.

Por otro lado, el uso del automóvil como parte esencial de las sociedades de consumo, de modelo de bienestar y estatus; han llevado a la disposición incontrolada del principal producto de desecho de los automóviles, las llantas. En Ecuador, y en gran parte de los países “en vía de desarrollo”, a pesar de que existen normas para su disposición y manejo, como el “Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados” (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2015) entre otras;, las llantas de desecho son almacenadas en depósitos que no cumplen con la normativa existente, o en zonas que no son aptas para depositar este tipo de materiales (andenes, vías, parques o fuentes de agua, etc.). La disposición inadecuada puede traer consecuencias en términos ambientales, económicos y sanitarios,

considerando que el almacenamiento de las llantas en zonas no aptas se convierte en el hábitat de vectores infecciosos como ratas y mosquitos que pueden generar enfermedades.

Como una manera de hacer frente a los problemas ambientales que se generan con las llantas de desecho y como alternativa de refuerzo a los muros en tierra reforzada, se propone el uso de un entramado construido a partir de ellas, con el fin de acercar esta tecnología a sectores menos favorecidos y/o plantear alternativas de diseño y construcción a partir de técnicas ambientalmente amigables, que permitan la utilización del material de desecho como son las llantas, solucionando de paso la problemática de su disposición y siendo además una alternativa económica para la estabilización de taludes y/o conformación de terraplenes.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Según el Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia del Azuay, el territorio presenta varias áreas de afección con riesgo muy alto, debido a amenazas latentes como es el caso de deslizamientos, derrumbes o caídas de rocas, que ponen en peligro a sectores con presencia de infraestructura y/o población, convirtiendo el área en una zona de alto riesgo inminente para la vida de los habitantes, como para el transporte y comunicación en el caso de las vías (Gobierno Provincial de Azuay, 2015)

Dentro de la provincia del Azuay, el cantón Cuenca, presenta mayor frecuencia de deslizamientos. Asimismo, los sectores de Nulti, Los Trigales, Llacao, Paccha, Turi, Sinincay, Sayausí y Sidcay son los sectores que durante muchos años han experimentado este problema que trae consigo grandes pérdidas y daños.

En este sentido, los deslizamientos de tierra en taludes son un fenómeno que afecta periódicamente a la provincia de Azuay, causando innumerables pérdidas humanas y económicas; de ahí la necesidad de buscar alternativas que permitan reducir los daños que éstos producen.

Es por ello que, ante este tipo de situaciones, existen numerosos tipos de obras de mitigación contra desprendimiento y derrumbes, las cuales pueden ser aplicaciones tecnológicas avanzadas y/o simples, cada una aplicada en función de la geometría y del tipo y condiciones de los materiales que conforman los taludes.

En este contexto la actual investigación se ha trazado el diseño a nivel de prefactibilidad de un sistema de protección en un talud en particular, ubicado al norte de la ciudad de Cuenca en la provincia del Azuay.

1.2. Justificación

El desprendimiento de los materiales que conforman los taludes trae consigo una serie de problemas que han llegado a causar la pérdida de vidas humanas, la obstrucción y accidentes graves en estructuras viales. Esta situación se ve reflejada sobre todo en las vías principales de acceso, lo que produce preocupación por

aquellos que la transitan de forma diaria, puesto que puede poner en riesgo sus vidas o bien obstaculizar directamente el sector económico productivo.

Considerando esta situación problemática, el diseño a nivel de prefactibilidad de un sistema de protección de taludes mediante la utilización de neumáticos usados está justificado, debido a que serviría de ayuda en el control y reducción de los riesgos que los desprendimientos acarrearán. Así también, resulta de total importancia conocer cuál es el motivo por el cual se producen estos desprendimientos y a partir de ahí, aprobar medidas que permita prevenir el deterioro de taludes considerando los diferentes agentes que intervienen.

Además, este proyecto investigativo no solo se relaciona con la protección de las personas, sino también con el cuidado medioambiental, teniendo en cuenta que para el diseño del sistema de protección se ha planteado el uso de materiales reutilizables (el caucho) que en otras instancias hubieran sido depositadas o lanzadas al medio ambiente, lo que contribuiría a su contaminación.

1.3. Alcance

El alcance de la actual investigación está determinado a la provincia de Azuay, ciudad de Cuenca, específicamente a la población que viven y transitan por la Calle Antigua Panamericana, como, a las empresas de transporte de pasajeros y de carga que alimentan al parque industrial y que diariamente toman esta ruta como salida e ingreso a la ciudad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Plantear un diseño en la etapa de prefactibilidad para la construcción de una protección de taludes contra el intemperismo mediante neumáticos usados.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer un marco referencial sobre las distintas alternativas de protección de taludes.

- Realizar el levantamiento de información en campo para su posterior análisis en el laboratorio de suelos y en el diseño.
- Diseñar el sistema de protección con neumáticos y geotextil para el talud estudiado.
- Elaborar un presupuesto que permita determinar la prefactibilidad del diseño propuesto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

Para el siguiente estado del arte se llevará a cabo una recolección y análisis de información que sirva de apoyo para la elaboración de este proyecto de tesis. La investigación incluirá antecedentes de estudios ya realizados, como también, proyectos o artículos científicos que sirvan de guía en las soluciones para los problemas que se presenten en la ejecución del estudio. De esta forma, se espera que la información recabada permita el buen desarrollo del proyecto.

Se ha encontrado y analizado publicaciones que permitirán comprender de mejor manera la elaboración del presente estudio, principalmente la contenida en el libro “Presas de Tierra” publicado por los Ingenieros Rolando Armas Novoa y Evelio Horta Mestas en el año de 1987 en el país de Cuba; igualmente se tendrá el respaldo teórico adicional para continuar con las bases estructurales. Es importante destacar que el estudio ya ejecutado en este libro es aplicable, la idea principal es obtener el conocimiento que justifique las dudas que se puedan presentar.

Tener en cuenta que dicha publicación (“Presas de Tierra”) ha de brindar conocimientos sobre el sifonamiento mecánico y meteorización y sobre las reacciones que producen, por lo que, gracias a la información de la publicación se pueden tomar decisiones como por ejemplo los materiales de construcción que resultan fundamentales para el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, también se destaca el libro del profesor Jaime Suárez Díaz denominado “Deslizamiento y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales” publicado en 1998 en Colombia. Dentro de esta guía, la información será base fundamental debido a que tiene breves ejemplos sobre el análisis en taludes, lo cual servirá de orientación en el desarrollo de una buena protección del talud.

Entre otros temas importantes que se destacan en el libro de Jaime Suárez Díaz, cabe recalcar que este análisis teórico estará basado en los conceptos y teorías principales para la elaboración del proyecto, ya que el conocimiento que se obtendrá es base fundamental para el desarrollo del diseño a nivel de prefactibilidad del sistema de protección de taludes.

En conclusión, los resultados recabados del estudio de estas publicaciones serán tomadas como pilares en la elaboración del proyecto, partiendo de que el talud es estable para así llegar a una adecuada protección del talud.

2.1.1. Propuesta de utilización de llantas usadas en el cantón Rumiñahui. Provincia de Pichincha.

El reciclaje de neumáticos ha surgido como una alternativa orientada a reducir la contaminación que la acumulación de neumáticos genera al medioambiente. Este tipo de alternativa consiste en darle un nuevo uso al neumático, convirtiéndolo en productos hogareños e incluso industrial y productivo.

Existen diversos estudios que se han planteado la reutilización de llantas para darles un segundo uso productivo. Tal es el caso de Carrillo y Córdova (2012) que realizaron una propuesta de recolección y reutilización de neumáticos usados para el cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, teniendo en cuenta los problemas ambientales y sociales que se suscitaban en el lugar.

Los autores desarrollaron un análisis de la situación actual del manejo de los neumáticos usados dentro del cantón, con la ayuda de encuestas y entrevistas realizadas a los involucrados en la generación y tratamiento de este, así como de revisión bibliográfica de experiencias en otros países. Se plantearon rutas de recolección que abarcan todos los generadores de neumáticos usados dentro del cantón, para de esta forma almacenarlas temporalmente en un centro de acopio, donde se separan dependiendo de las condiciones de los neumáticos y aptitud para reciclaje; caso contrario dar una disposición final ambientalmente adecuada que se sujete a la realidad del cantón.

2.1.2. Técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho.

Debido a la necesidad de reciclar llantas que de otra forma serán desechadas, se han realizado investigaciones en las que se propone la reutilización de este material, como por ejemplo como refuerzo en la construcción de muros de suelo para estabilizar taludes. El estudio se basa principalmente en evaluar el comportamiento de estas estructuras como sistemas de contención mediante análisis numérico de neumáticos y sistemas de suelo reforzado, así como evaluaciones experimentales.

El primer estudio del uso de refuerzos en suelos con neumáticos viejos se realizó en Francia en 1974. El análisis arrojó buenos resultados al considerar refuerzos con neumáticos de pared vertical en suelo o taludes

En la actualidad se han realizado estudios donde buscan aplicar esta técnica, como por ejemplo la investigación de Rodríguez (2016), donde describe una técnica para la estabilización de taludes por medio de llantas de desecho, donde a través de sus pruebas realizadas y los conectores utilizados para el aumento de la resistencia al cortante entre llantas de desecho y el material, comprobó que es mejor trabajar con conectores de acero debido a la facilidad constructiva que ofrece y a que otorga mayor resistencia al cortante del muro.

Con este tipo de método, se propicia una buena contribución con el medio ambiente, ya que funciona como una buena alternativa para mitigar los grandes depósitos de llantas en el mundo. Además, como ya se ha mencionado, comparado con otros sistemas constructivos de contención, resulta menos costoso y cumple con los estándares de seguridad que poseen otros tipos de muros.

2.1.3. Estabilización de taludes con muros de llantas desechadas.

Los muros de llantas se utilizan para la protección en carreteras y terrenos bajo la amenaza de deslizamientos o desprendimiento de tierra; estos ayudan a estabilizar pendientes inestables y taludes mediante la retención del suelo. La geometría circular de la llanta permite construir muchos diseños que se pueden adaptar a la forma y el tamaño del área que se desea proteger. Este tipo de muros son de larga duración,

porque son resistentes a la acción de sustancias naturales como el agua y el propio suelo.

En relación a los muros con llantas, el autor Mamani (2020), realizó un estudio para determinar la viabilidad de la estabilización de taludes con muros hechos de llantas desechadas. De esta forma, estudió los problemas que mitiga este tipo muro y los beneficios que trae consigo el uso de las llantas desechadas en los diferentes ámbitos sociales y ambientales. Así pudo determinar que el sistema de muros de llantas desechadas es totalmente viable para la estabilización de taludes; además, estos muros representarían gran ayuda en sectores rurales.

Asimismo, Sánchez (2018), desarrolló un estudio donde planteó como alternativa ecológica la utilización de un entramado de llantas como sustituto de sistemas que utilizan geotextiles para el diseño y construcción de muros mecánicamente estabilizados, lo que supone una solución práctica y económica, y además de que dispone de desechos de difícil manejo como en el caso de las llantas. En su investigación el autor pudo determinar que, en contraste con los geotextiles, el entramado de llantas ofrece una resistencia a la tracción tres veces mayor, además que el sistema que proponen ofrece una resistencia parecida en todas direcciones y no necesita la fijación de sub-drenes, ya que el entramado que lo constituye hace posible el flujo de aguas freáticas, tanto vertical como horizontal.

Este tipo de investigaciones evidencian como este tipo de alternativa sirve para hacer frente a diversos problemas sociales, económicos y ambientales que se pudieran generar por el desecho de llantas (al ambiente) o bien por los riegos que los taludes representan (económico y sociales). Además, funcionan perfectamente para sectores que no cuentan con recursos necesarios para el empleo de otros sistemas y que de otra manera no encontraría una solución para la estabilización de taludes.

2.1.4. Problemática en el manejo de neumáticos usados.

Alrededor del mundo, la gestión de residuos sólidos se ha convertido en un problema grave; este tipo de residuo actualmente genera mucha dificultad en su procesamiento y está mayormente constituido por los neumáticos en desuso, cuya disposición final produce problemas ambientales. En este sentido, el mayor problema que suponen es la dificultad de destrucción una vez finalizada su vida útil.

Actualmente, los neumáticos usados generalmente se almacenan al aire libre o se entierran en vertederos de material estéril y / o recauchados debajo de los desechos de la minería. Adición a esto, estos neumáticos desechados sirven como refugios para una variedad de plagas, roedores e insectos, muchos de los cuales son vectores de enfermedades que ponen en peligro la salud de las personas y el medio ambiente (Magallanes & Guillén, 2014).

2.1.4.1.1. Muro de neumáticos usados

Los muros de tierra y llantas, consiste en rellenar con suelo los neumáticos usados, unirlos entre sí y apilar continuamente hasta alcanzar la altura requerida. El atado de los neumáticos puede ser con cuerda de polipropileno o alambre, considerando que este último da mayor rigidez al muro (Suárez, 2014). Un esquema de un muro con neumáticos usados, se muestra en la (Figura 2.1).

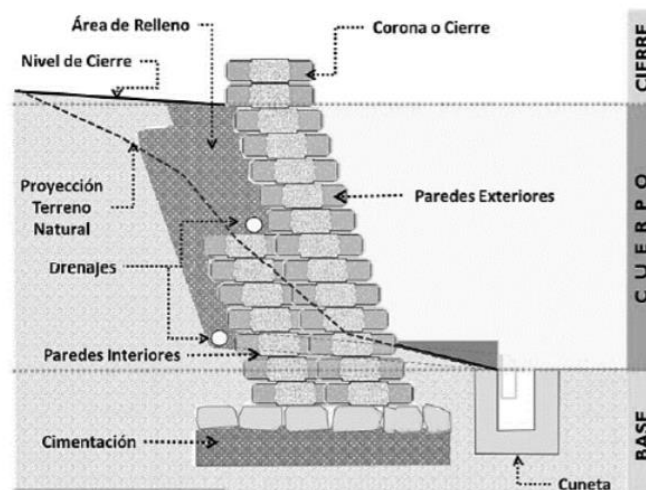


Figura 2.1 Configuración de un muro de neumáticos.
Fuente: (Suárez, 2014)

2.1.4.2. Ventajas del muro de neumáticos

Entre las ventajas que ofrece el muro de neumáticos está la protección contra el intemperismo, pues el caucho es resistente y se adapta con facilidad, Tiene alta durabilidad debido a las características del material, es decir, es muy resistente a los cambios climáticos.

Si por algún motivo presentará fallas por el desgaste, sismos, clima extremo, etc., su reparación resulta sencilla porque se puede usar los mismos materiales del que está hecho. Por su colaboración con el reciclaje y el reúso de los neumáticos, representa una técnica amigable con el medio ambiente (Suárez, 2014).

Entre otras ventajas se puede mencionar:

- 2 El muro tiene una alta duración y funcionalidad, dada las características del material de los neumáticos.
- 3 Tiene alta resistencia a la lluvia, rayos solares y vientos fuertes.
- 4 El costo es bajo, comparado con otros materiales como gaviones o muros de hormigón.
- 5 Es flexible, deja pasar el agua y permite la revegetación.
- 6 Evita la contaminación ambiental, enfermedades y las plagas, ya que se usa neumáticos usados, material desechable en la actividad automotora.
- 7 Fácilmente se obtienen los neumáticos, fácil de construir y manipular.
- 8 Es fácil de realizar el mantenimiento del muro hecho de neumáticos.

2.2. Intemperismo.

El intemperismo, es un fenómeno que ocurre alrededor de la superficie de la tierra y afecta las rocas dentro de su estructura. Junto con el proceso gravitacional y la erosión de los llamados procesos externos, que son componentes importantes del ciclo de las rocas, están involucrados en la conversión de roca sólida en sedimentos formadores de suelo durante el ciclo (Llano, Ríos, & Restrepo, 2020).

Los materiales de construcción se ven afectados naturalmente por factores climáticos tan pronto como se exponen a ellos. Su reacción ante esto tiene que ver con su resistencia, que define cómo cumplen con las especificaciones de las regulaciones y estándares establecidos.

Este tipo de fenómenos da como resultado la fragmentación física de las rocas, también conocida como desintegración, que se da por meteorización mecánica, o

cambios químicos, también conocidos como descomposición, que es llamada meteorización química (Hernández, Escartín, & Gutiérrez, 2018).

La influencia del clima es necesaria para que cualquier tipo de intemperismo predomine de esta manera, en los climas áridos el intemperismo mecánico prevalecerá más que el químico; de forma contraria, en climas con mucha humedad y calurosos es el intemperismo químico quien tiene un mayor impacto.

El intemperismo se produce de forma continua en todos los entornos, siendo un proceso lento y sutil, que llega a alterar la estructura de materiales naturales y rocosos en la corteza terrestre y a varios metros de profundidad., asimismo afecta los materiales hechos por el hombre como el acero y el hormigón (Llano, Ríos, & Restrepo, 2020).

2.3. Erosión

En general, la erosión es la remoción de la capa superficial de la corteza terrestre, sea cual sea el agente responsable: agua, viento, hielo, actuaciones humanas etc. Como resultado, existe una degradación de la estructura física y disminución de la capacidad de la retención de agua. Este proceso se da primero con la degradación del suelo, seguido del transporte de sus partículas, llevados a cabo por los agentes erosivos y terminando en la sedimentación de las mismas (Hernández & Díaz, 2011).

Los procesos erosivos se caracterizan por ser relativamente lentos, intermitentes y recurrentes en el tiempo, ya que están asociados a las lluvias, deshielos o al viento. Son a la vez progresivos, ya que se va perdiendo el suelo superficial. Esto significa que se trata de procesos irreversibles y su recuperación es a menudo imposible (Honorato, 2000).

2.4. Desprendimientos o caídas

El desprendimiento es el resultado de la fuerte erosión de la pared empinada. El movimiento se realiza mediante caída libre seguida de rebote o balanceo. Cuando golpea el suelo, se mueve tan rápido que la masa caída a menudo se rompe en grandes pedazos (Corominas, 2004).

La rotura suele ser causada por un deslizamiento o vuelco a pequeña escala, lo que le da a la masa separada una velocidad inicial. La propagación de deslizamientos de tierra en pendientes superiores a 78° se produce preferentemente por caída libre. Por debajo de este ángulo, los impactos en el suelo son frecuentes, pero en pendientes por debajo de 45° , la propagación es causada por rodadura y finalmente deslizamiento (Figura 2.2).

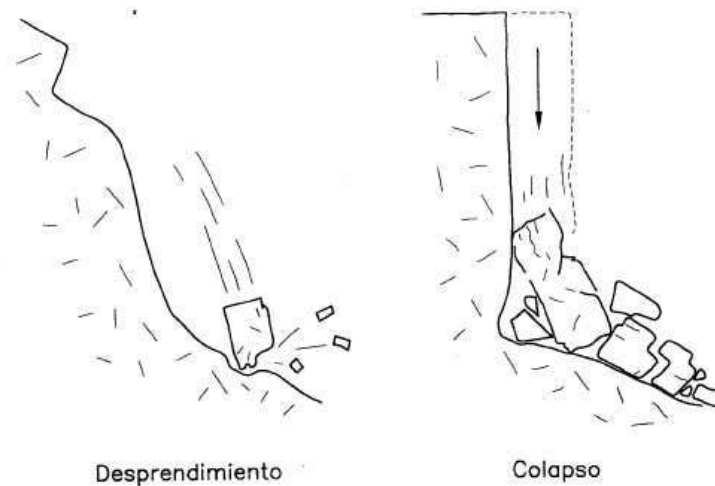


Figura 2.2 Mecanismo de Desprendimiento y Colapso.
Fuente: (Corominas, 2004)

Los deslizamientos con trayectoria vertical y que se desarrollan en acantilados a causa de la socavación por un río, el oleaje o la meteorización de las rocas son consideradas colapsos.

2.5. Mecanismo del sifonamiento del suelo

Cuando el agua fluye por un terraplén y la cimentación, su carga hidráulica es disipada superando las fuerzas viscosas inducidas que se oponen al flujo en los poros del suelo, al mismo tiempo, el agua que fluye produce fuerzas erosivas que empujan las partículas, empujándolas en la dirección del flujo. Al producirse dicho arrastre a la salida del flujo, se inicia el sifonamiento mecánico del suelo. Las fuerzas de resistencia dependen de la cohesión, la acomodación y el peso de las partículas, al igual que de la existencia de filtros aguas abajo (Armas & Horta, 1987).

De acuerdo al mecanismo descrito, el sifonamiento se genera en las zonas más sueltas del suelo, donde la cohesión es mínima y el gradiente sea alto. El agujero

creado se expandirá hacia arriba, hasta llegar al embalse. En general, los suelos en la base de una presa son heterogéneos y pueden presentar lentes de arenas finas, muy susceptibles al sifonamiento mecánico.

2.6. Materiales

2.6.1. Geotextil

El geotextil es una manta flexible, de poco peso y espesor, constituida por fibras poliméricas extruidas o estiradas, filamentosas o aplanadas, fabricadas por procesos de origen textil, con trama regular (tejidos) o entrecruzada sin ordenación preferente (no tejido) (Jaramillo, 2014).

2.6.1.1. Clasificación

Se lo divide según la distribución de las fibras (tejido o no tejido). Posteriormente a los no tejidos se los subdivide, según el largo de las fibras (fibras cortadas o filamentos continuos), y finalmente según el modo de unión de las fibras (termoligados, resinados y agujados).

Los geotextiles se caracterizan por: tipo de polímero, tipo de fibra y fabricación. Los polímeros utilizados en la manufactura de las fibras de los geotextiles se hacen a partir de los siguientes materiales: polipropileno, poliéster, polietileno y poliamida. Los más utilizados son el poliéster y el polietileno, presentando ambas fibras propiedades mecánicas similares, pero siendo el alargamiento en la rotura el doble en el poliéster respecto al polipropileno (Jaramillo, 2014).

Los geotextiles fabricados a partir de las fibras de poliéster son más adecuados para su utilización asociada con asfalto en caliente (temperaturas del orden de 160-170° c), debido a que su temperatura de degradación es aproximadamente 250-260° C, mientras que en el caso del polipropileno el punto crítico es de 150-160° C (Jaramillo, 2014).

Los geotextiles tejidos se fabrican a partir de cintas, láminas fibriladas, hilos de monofilamentos, fibras cortadas o mallas. Son anisótropos, presentando generalmente dos direcciones principales de trama, formando un ángulo de 90° entre ellas (Figura 2.3).

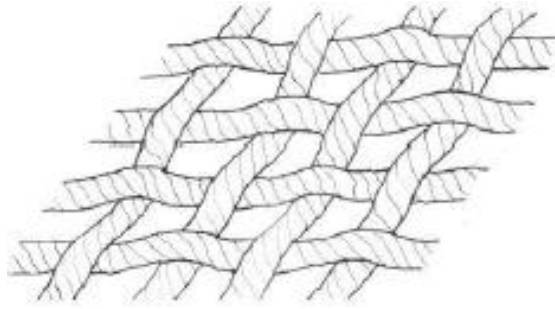


Figura 2.3 Entramado de fibras de un geotextil tejido.
Fuente: (Piegari, 2005)

En el caso de los geotextiles no tejidos se fabrican con fibras discontinuas o con filamentos largos, unidos por vía seca (agujeteado), o por vía fundida (química o termosoldada). El tipo de geotextil fabricado a partir de filamentos ondulados entrelazados al azar, tiene la característica de responder uniformemente en cualquier dirección de su plano, con deformaciones importantes debido al enderezamiento previo de las fibras onduladas (Figura 2.4). Las fibras continuas presentan una mayor resistencia a la tracción y una menor elongación respecto de las fibras cortas (filamentos de 70 a 90 mm de longitud).

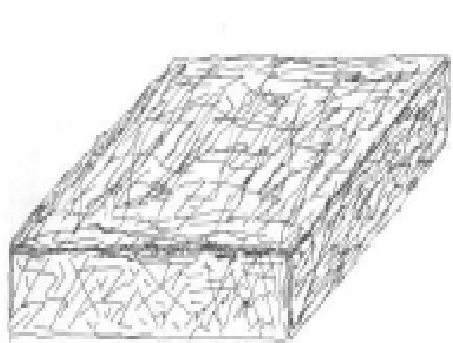


Figura 2.4 Fibras discontinuas de un geotextil no tejido.
Fuente: (Piegari, 2005)

En la (Figura 2.5) se observan los distintos geotextiles esquematizados según su forma de fabricación, características de sus fibras, y también lo que respecta a su textura y trama.



Figura 2.5 Características de los geotextiles.
Fuente: (Piegari, 2005)

2.6.1.2. Funciones

Las funciones que puede cumplir un geotextil, al ser aplicado en obra, son simultáneamente o aisladamente: separación, filtro, protección, refuerzo y drenaje planar (Piegari, 2005).

2.6.1.3. Separación

Esta función se puede definir como la interposición de un material textil y poroso entre materiales de distinta granulometría, permitiendo así que ambos materiales mantengan su integridad y características físicas propias, preservando la función para la cual fueron puestos en servicio. Al mismo tiempo que se evita la mezcla de los materiales, se posibilita una reducción de las subpresiones y facilita el flujo de agua en ambos sentidos. En la (Figura 2.6) se observa el comportamiento que tienen las partículas de suelo cuando reciben la acción de una carga.

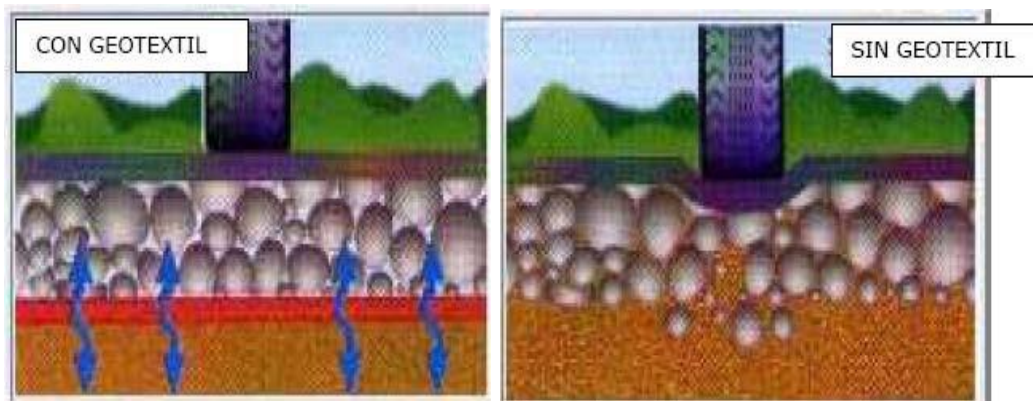


Figura 2.6 Comportamiento del suelo con y sin geotextil.
Fuente: (Piegari, 2005)

2.6.1.4. Filtro

La textura altamente permeable del geotextil permite un rápido paso del agua a través de su plano, a la vez que retiene de manera eficaz las partículas (incluso las más finas del suelo). Este desempeño como filtro se mantiene perdurablemente durante una vida útil extensa. En la figura 6 se muestra como el geotextil evita que se produzca el mezclado de las partículas de suelo de dos estratos diferentes (Figura 2.7).

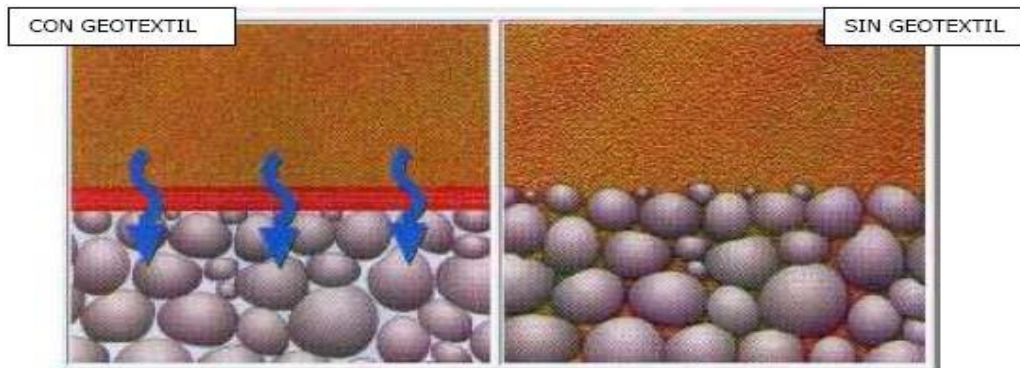


Figura 2.7 Geotextil evita que se mezclen los diferentes estratos.
Fuente: (Piegari, 2005)

2.6.1.5. Drenaje planar

Al actuar como elemento drenante, el geotextil permite el libre escurrimiento de líquidos a través de su espesor. El geotextil posee una alta conductividad de agua en el plano de la manta, siendo de eficacia probada en el caso de drenes o colchones filtrantes (Figura 2.8).

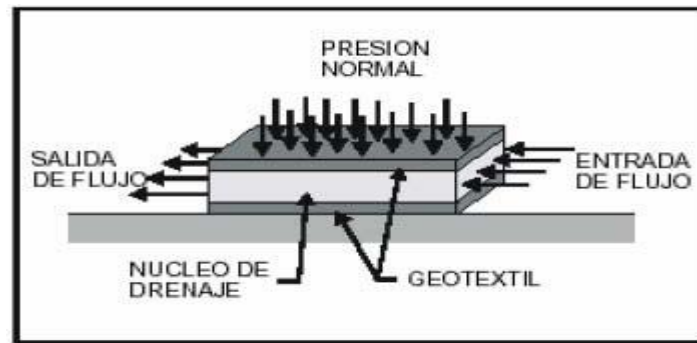


Figura 2.8 Geotextil posee una alta conductividad de agua.
Fuente: (DEGUSSA, 2004)

2.6.2. Neumáticos

Los neumáticos son una pieza de forma toroidal, que tienen una estructura muy compleja, y están elaboradas a partir del caucho, que se dispone en las ruedas de diversos vehículos y maquinarias como son: camiones, automóviles, aviones, motocicletas, bicicletas, maquinaria de industria, carretillas y grúas, entre, otros.

El principal componente es el caucho, que es casi la mitad de su peso, y puede ser de dos tipos: natural o sintético. El caucho natural normalmente le proporciona elasticidad al neumático, mientras que el sintético lo que aporta es estabilidad ante los aumentos de temperatura. Otro componente importante es el negro de humo el cual es obtenido por combustión o descomposición térmica parcial de gases naturales o hidrocarburos pesados. Este elemento permite conseguir unas mezclas más resistentes a la rotura y a la abrasión, dándoles el característico color negro (Kévin, 2017).(Figura 2.9)



Figura 2.9 Estructura y composición de un neumático.
Fuente: (Kévin, 2017)

CAPÍTULO III

MÉTODO CONSTRUCTIVO

3.1.Método de Construcción

Para la conformación de la protección que se propone en el presente trabajo se optó por la utilización de neumáticos, a fin de que ofrezcan una protección contra el clima adverso que podría ocasionar daños superficiales o bien el desprendimiento de rocas, considerando que el talud estudiado se encuentra estable de forma natural.

El clima cambiante de la ciudad y el viento son inofensivos a un material como el que conforma el neumático, por lo tanto, resulta en un material idóneo para este tipo de infraestructura. Además, con la ayuda de un material como el geotextil se obtiene una combinación eficaz para combatir procesos mecánicos como el sifonamiento mecánico, que podría incrementar el desprendimiento de material, y sirve como filtro planar para el paso de agua en las paredes exteriores del muro.

La propuesta que se presenta en este trabajo de investigación es realizar una protección para un talud; por lo tanto, para el inicio del proyecto son necesario datos y evaluación de éstos, para tener en consideración en la etapa de prefactibilidad del proyecto.

Dentro de los estudios requeridos se encuentran dos esenciales que servirán para desarrollar el proyecto en esta etapa; levantamiento topográfico y el estudio de suelos.

El levantamiento topográfico se llevó a cabo en un principio por una exploración del terreno en cuestión, para así definir la extensión. Adicionalmente se realizó la observación de los alrededores con el objetivo de conocer las limitantes e identificar el mejor aprovechamiento de los recursos existentes.

El resultado de la topografía y postprocesado de la misma permitió identificar la superficie y los perfiles en donde se realizará el proyecto, los cuales indican que la protección tendrá una dimensión de 70.20 metros en su base aproximadamente y una altura de entre 17 y 24 metros aproximadamente. El talud cuenta con ángulos de 40 grados con la horizontal en ciertos sectores, llegando incluso hasta los 65 grados con

la horizontal, generando un problema constructivo para el desarrollo de las partes altas.

Las pendientes pronunciadas constituyen un problema con respecto a su construcción, por lo cual se optó por hacer terrazas de hormigón cada 7 metros para facilitar y tener un área de trabajo más razonable para el personal que estará a cargo de la obra.

Dentro de los estudios de suelo realizados siguiendo la norma ASTM e INEN se puede decir que el suelo en cuestión es apto para la protección planteada.

3.2.Proceso de construcción

Para el proceso de construcción de esta protección a base de geotextil y neumáticos, nos basamos en un muro construido en Brasil y en Honduras.

3.2.1. Limpieza y nivelada de la superficie del suelo

El material producto de la limpieza del talud será desalojado, mientras que el suelo retirado para dejar según el perfil a proteger será reutilizable para el relleno de los neumáticos y la compactación entre la cara externa del talud y la cara interna de la protección de los neumáticos.

3.2.2. Cimentación

Dentro del sitio donde se realizará la protección está construida un muro que se encuentra junto al talud de estudio, como se muestra en la (Figura 3.1), que sirve para apoyar la protección y para fijar y colocar los neumáticos superiores.



Figura 3.1 Muro en el pie del Talud.
Fuente: Hernán y Brandon

En cuanto a la conformación de la base de la protección se procurará compactar el suelo sobre el cual irán los neumáticos, mediante vibropisonador mecánico, para aplanar y dejar el suelo para la siguiente etapa de construcción. (Figura 3.2)

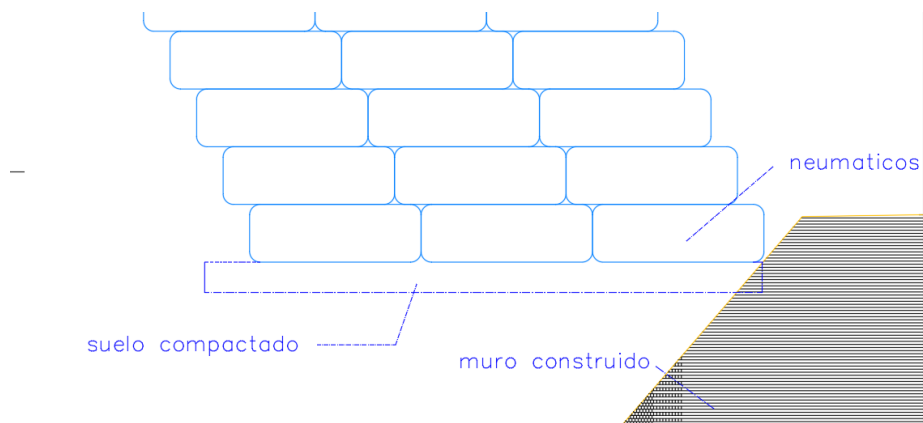


Figura 3.2 Base de protección.
Fuente: Hernán y Brandon

Además, se compactará hasta el borde del talud, donde luego irá el neumático, para asegurar así que encaje perfectamente. (Figura 3.3)

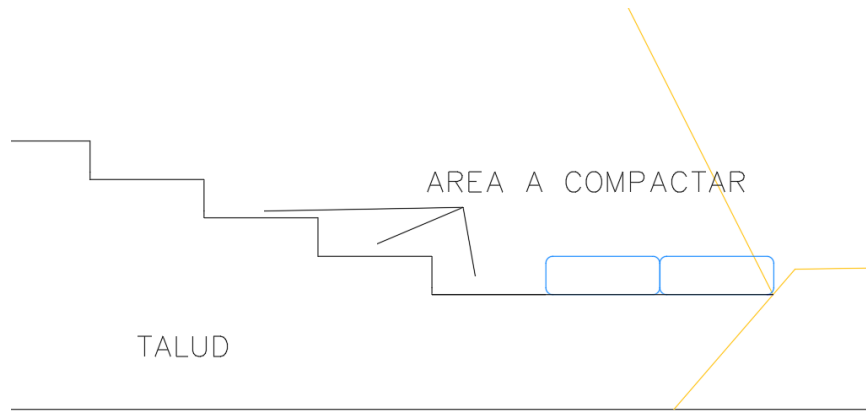


Figura 3.3 Área para compactar.
Fuente: Hernán y Brandon

3.2.3. Geotextil

El geotextil seleccionado para este proyecto es el NT 1600, fabricado con fibras de polipropileno las cuales están entrelazadas mecánicamente; su alta permeabilidad permitirá el flujo de agua sin mucha pérdida; además, por su composición es altamente resistente a ácidos y químicos. Debido a sus características servirá para la filtración planar y para evitar el sifonamiento mecánico del suelo, por lo que se colocará en toda el área del talud detrás de los neumáticos como se muestra en la (Figura 3.4).

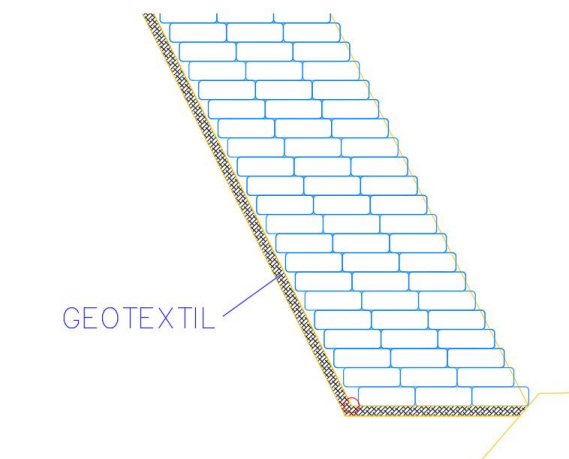


Figura 3.4 Colocación del Geotextil.
Fuente: Hernán y Brandon

El geotextil se amolda a las irregularidades del terreno sin dañarse y se puede producir en anchos variables de hasta 5.8 m. Para la colocación de este primero se

compactará como se mencionó en la parte de la cimentación, dejando espacio para luego tenderlo.

3.2.4. Los neumáticos

Los neumáticos escogidos son de los más empleados en el sector comercial y privado, siendo los que utilizan los automóviles tipo sedan y taxis en su mayoría. El ring más vendido es el de numeración 14-10-16 que tiene 56 cm de diámetro, 19 cm de alto por su parte exterior.

Los neumáticos que se utilizarán se encuentran en el relleno sanitario de Pichacai, ubicado a 8 km de la ubicación del talud de estudio. El transporte se hará con volquetas para poder movilizar el máximo de neumáticos en cada viaje.

3.2.5. Apilamiento y relleno de neumáticos

Hay que apilar la primera fila de neumáticos lo más ajustado posible contra el borde del talud.

A partir de este punto los espacios vacíos que queden entre los neumáticos y el talud serán rellenos con el mismo suelo ya retirado para que, de esta manera, se obtenga un elemento más monolítico junto con el talud. (Figura 3.5)

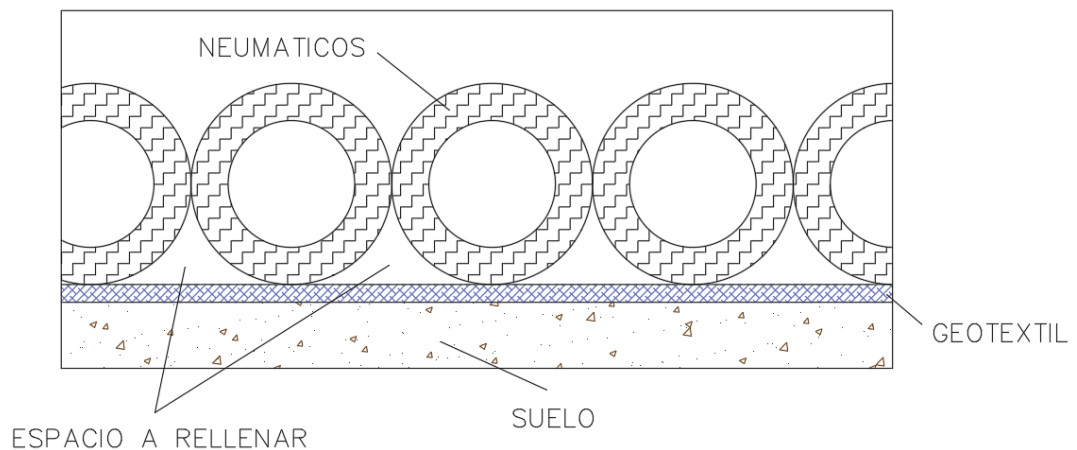


Figura 3.5 Vista en planta de los elementos de la protección.

Fuente: Hernán y Brandon

3.2.6. Amarre

El amarre se realizará con cuerda de propileno, para así formar la secuencia de hileras alineadas que se busca y obtener una estructuración más uniforme y fuerte (Figura 3.6 y 3.7).

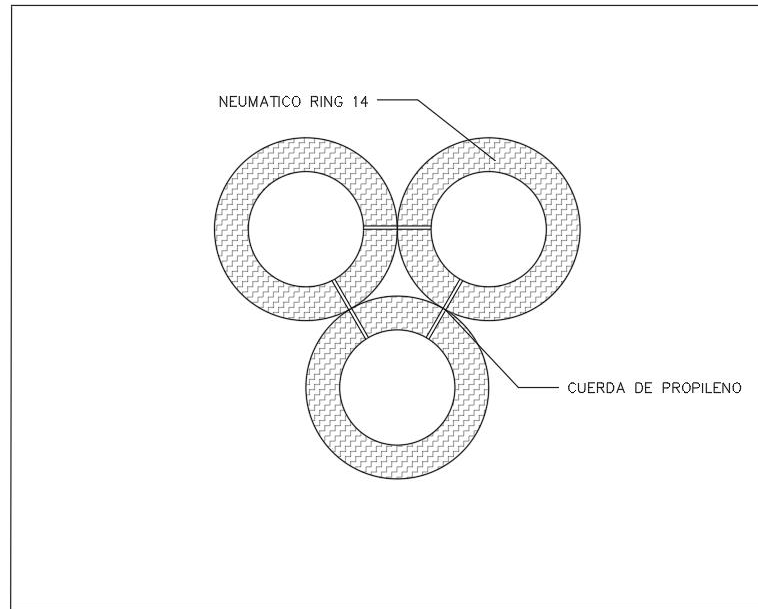


Figura 3.6 Amarre de neumáticos.
Fuente: Hernán y Brandon

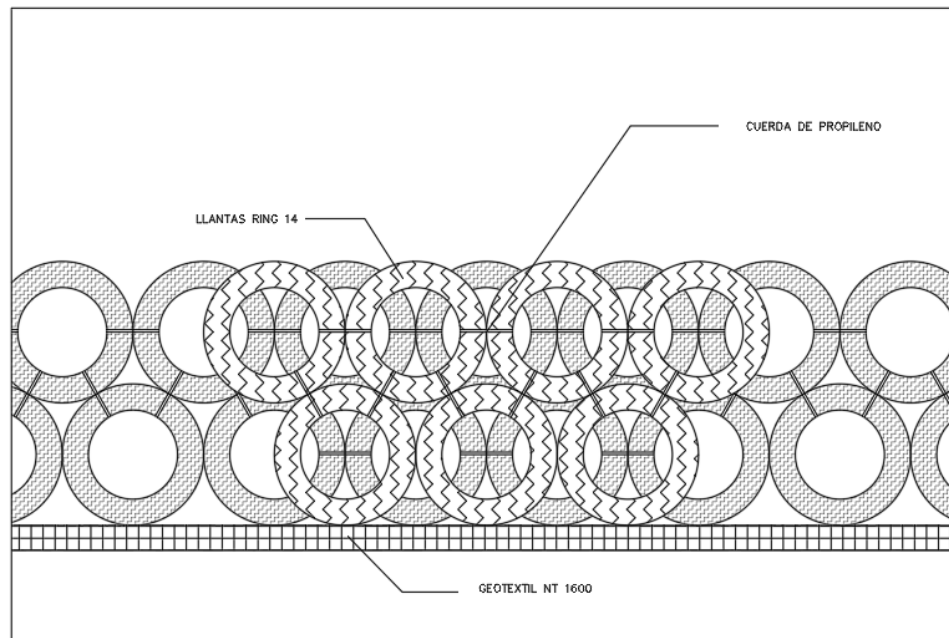


Figura 3.7 1 Base de protección.
Fuente: Hernán y Brandon

Para la conformación de la protección los neumáticos van a ser rellenos a mano con suelo del mismo sitio, seguido de una compactación mediante un compactador manual tipo vibropisonador para reforzar el suelo donde va a asentar el neumático y aumentando su peso para asegurar que la protección no tienda a volcarse. (Figura 3.8)

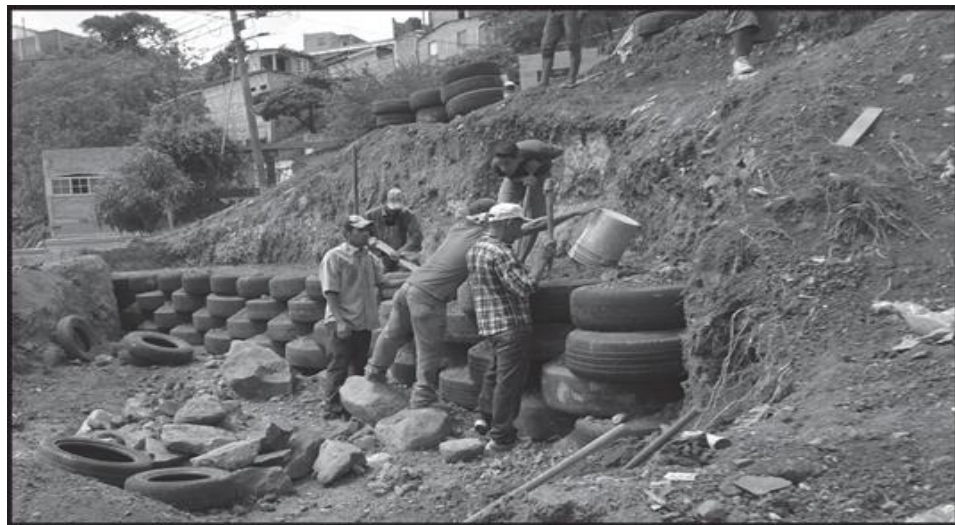


Figura 3.8 Construcción de la protección.
Fuente: (Antúñez & Stein, 2016)

3.2.7. Pendiente

Cada nivel realizado y explicado hasta ahora tendrá que ser enlazado y alineado con este paso. La pendiente que se busca tendrá que ser la que más se asemeje al talud natural, para que mantenga su estabilidad.

Las pendientes del talud obligan a mantener un espacio entre niveles de neumáticos de 8 cm – 12cm (Figura 3.9).

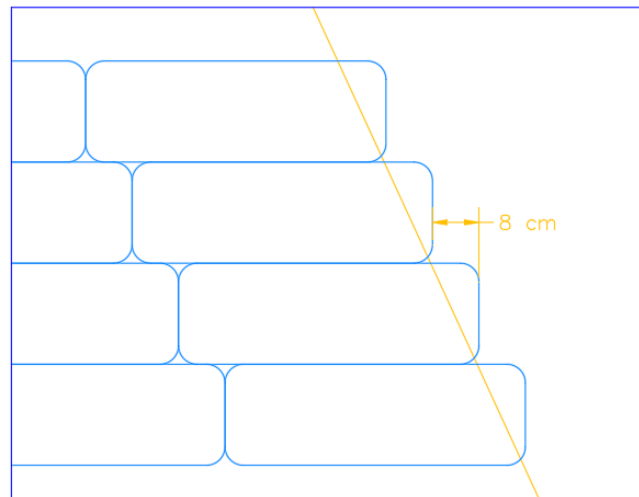


Figura 3.9 Pendiente.
Fuente: Hernán y Brandon

Se alineará como se muestra en la (Figura 3.9) hasta llegar a una altura adecuada y segura para su construcción.

Con respecto a la altura del talud, Jaime Suárez Díaz, en su libro Deslizamientos publicado en 1998, sugiere que los muros contruidos a base de neumáticos para controlar la estabilidad de taludes podrían aguantar incluso hasta 20 metros; ahora bien, partiendo de que el talud está estabilizado se puede hacer el enfoque en la parte constructiva y llegar a un consenso con la bibliografía revisada para trabajar en la topografía del sector, dándonos un panorama idóneo para aplicar los conocimientos adquiridos por el autor para este tipo de infraestructuras.

De esta forma se opta por construir terrazas cada 7 metros de alto para mayor facilidad de construcción y para ayudar al drenaje, como se muestra en la (Figura 3.10).

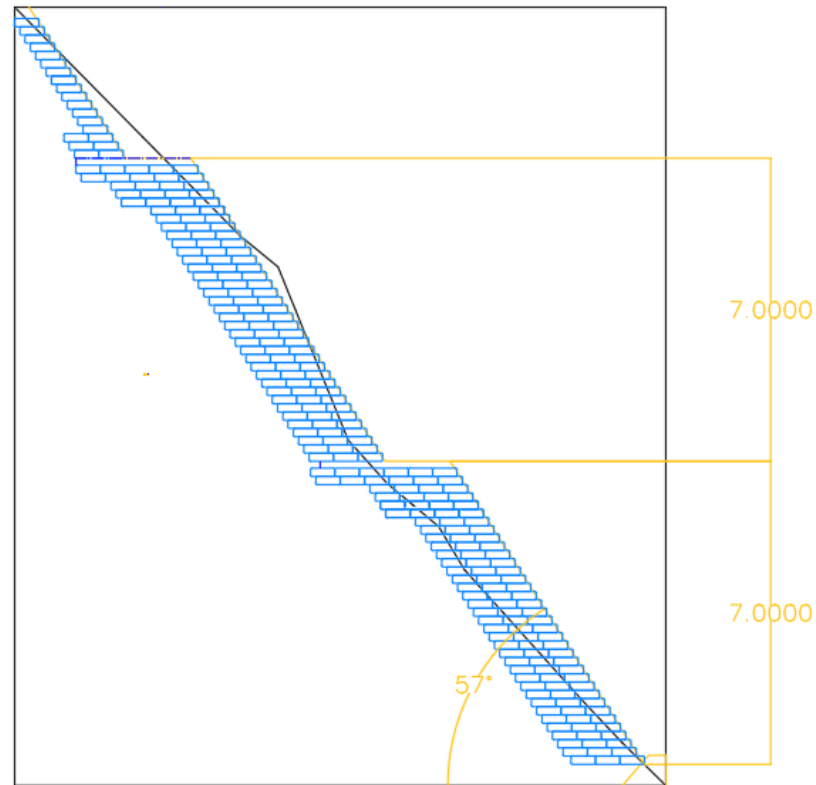


Figura 3.10 configuración y ángulo.
Fuente: Hernán y Brandon

3.2.8. Terrazas

Cada terraza tendrá una capa de hormigón de 16cm de espesor y 1.5 metros de ancho, estas dimensiones estarán en toda la extensión de la protección, misma que servirá como base para continuar con la construcción de los niveles superiores (esta terraza servirá para que el personal de construcción obtenga mayor seguridad en la obra) (Figura 3.11). La capa de hormigón tendrá una inclinación hacia el geotextil, es decir hacia la parte interna, el objetivo es que el agua recorra por la capa de hormigón y esta evacue por el geotextil.

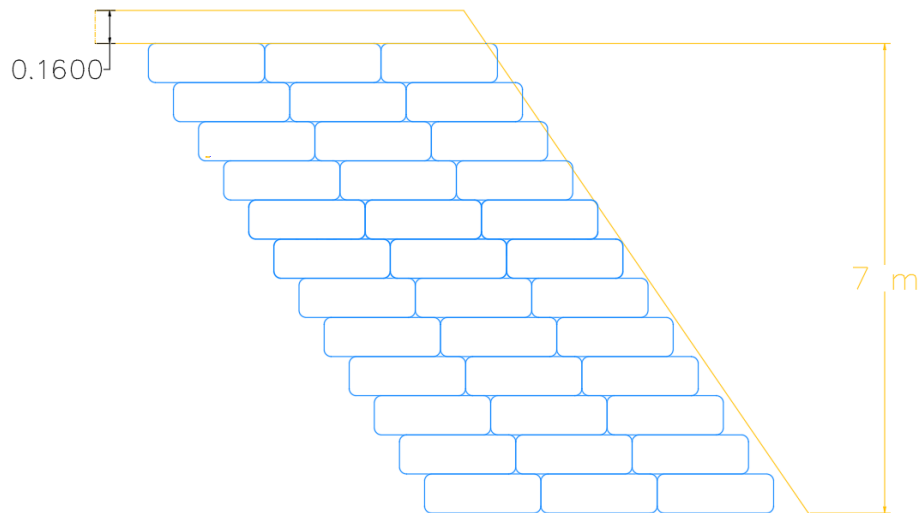


Figura 3.11 Base de protección.
Fuente: Hernán y Brandon

3.2.9. Construcción a base de los perfiles analizados

Por las dificultades encontradas y la altura del talud se dividió en tres tramos de 25.07 metros cada uno, ya que el talud completo cuenta con 75.20 metros de largo y con distintas alturas, para lo cual se tendrán en cuenta distintas consideraciones para la construcción.

3.2.9.1 Perfil 1

Teniendo en cuenta los ángulos variados en esta sección, que llegan hasta un ángulo de 65 grados y la altura de 18 metros, se plantea que el perfil de la protección tendría la siguiente configuración.

El ángulo escogido para esta sección es de 57 grados con la horizontal. (**Anexos 3.1, 16.1**)

3.2.9.2 Perfil 2

Considerando los ángulos máximos de esta sección que llegan hasta un ángulo de 72 grados y la altura de 22 metros, se plantea que el perfil de la protección tendría la siguiente configuración.

El ángulo escogido para esta sección es de 65 grados con la horizontal. (**Anexos 3.2, 16.2**)

3.2.9.3. Perfil 3

Considerando los ángulos máximos de esta sección se llegó a determinar que se trabajará con un ángulo de 63 grados con la horizontal, se plantea que el perfil de la protección tendría la siguiente configuración. (**Anexos 3.3, 16.3**)

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultado de ensayos de laboratorio del material a utilizar en el relleno de los neumáticos.

Tomando en cuenta la importancia de realizar estos estudios, demostramos que el suelo y la topografía son adecuados para realizar dicho diseño constructivo.

En función de los requerimientos del proyecto, se realizó un levantamiento topográfico (**Anexo 4.14**), al mismo tiempo que una investigación sobre el suelo del sitio, las cuales se realizaron *in situ* y en los laboratorios de la universidad. Los ensayos efectuados ofrecen un panorama real de la situación en la que se encuentra el talud estudiado. La recolección de muestras dejó en evidencia el desprendimiento que se produce y la tierra suelta que se encuentra en el borde inferior del talud.

Además de los ensayos de laboratorio se realizó un levantamiento topográfico del talud para poder trabajar junto con los perfiles y la superficie.

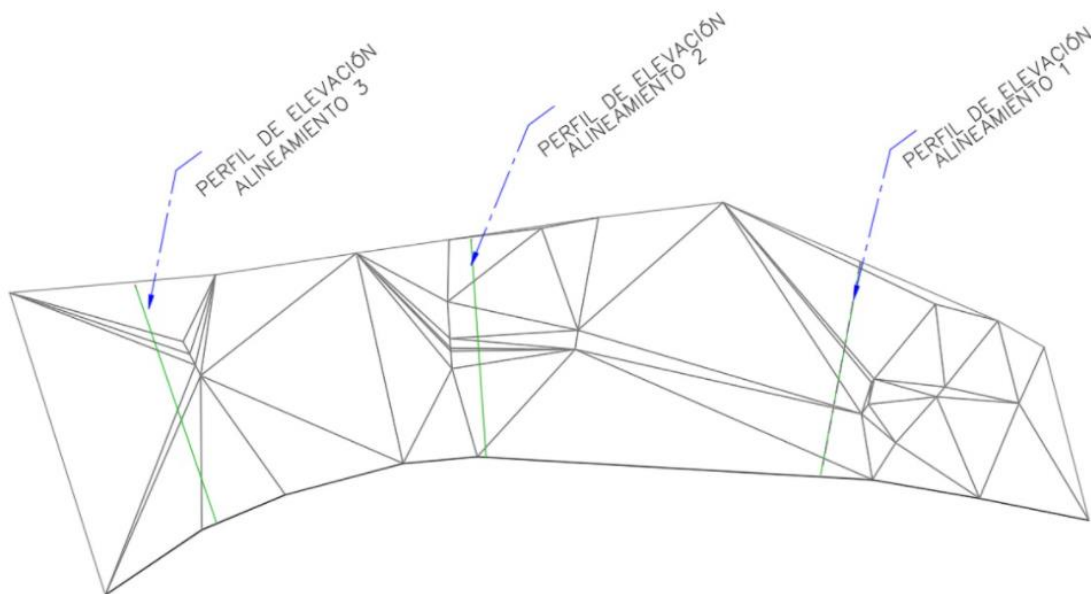


Figura 4.1 Vista en planta del talud.
Fuente: Hernán y Brandon

El propósito de realizar un estudio de suelos del talud es la obtención de parámetros geotécnicos que son utilizados para realizar un contraste con las diferentes opciones y métodos utilizados en distintas bibliografías.

El terreno podría definirse, hablando desde un punto de vista morfológico, como semi-inclinado. En el sector el clima dominante es ecuatorial semihúmedo, típico de la sierra. La altura aproximada del terreno se encuentra a 2550 msnm y la temperatura media anual oscila alrededor de los 14 grados centígrados.

Se realizaron 3 calicatas de hasta 40 cm de profundidad en puntos diferentes de la zona que están especificadas en la (Figura 4.2), obteniendo muestras fiables y así determinar las propiedades del suelo que son: granulometría, límite líquido, límite plástico, densidad específica y compactación.



Figura 4.2 Vista Frontal del Talud.
Fuente: Hernán y Brandon

Se siguió la guía metodológica de la universidad “GUÍAS METODOLÓGICAS PARA ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA ASIGNATURA DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY” (Guerrero & Lima, 2018), donde se encuentran descritos todos los procedimientos necesarios para la realización de los ensayos antes mencionados, las Normas de las que estos fueron obtenidos y las fichas de laboratorio de cada ensayo así mismo los métodos y recomendaciones para el uso de instrumentos en la ejecución de dichos ensayos.

4.1.1. Granulometría

El análisis granulométrico es la determinación del rango de tamaños de partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje de la masa seca del suelo (Guerrero & Lima, 2018).

El documento de referencia para la realización del ensayo es:

ASTM D 422-63. Mecánica de suelos. Método de análisis del tamaño de partículas de suelo.

En los (**Anexos 4.1; 4.1.1; 4.2; 4.2.1; 4.3; 4.3.1**) se reflejan los ensayos de granulometría realizados a las 3 muestras obtenidas con sus respectivas fichas de laboratorio de la universidad y cálculos.

4.1.2. Limite líquido

El contenido de agua del suelo cuando se encuentra en el límite entre el estado plástico y el estado líquido se le conoce como límite líquido.

Los documentos de referencia para la realización del ensayo son:

NTE INEN 688 1982-05. Mecánica de suelos. Preparación de muestras para ensayos

NTE INEN 691 1982-05. Mecánica de suelos. Determinación del límite líquido: método Casagrande.

En los (**Anexos 4.4; 4.5; 4.6**) se reflejan los ensayos de límite líquido realizados a las 3 muestras obtenidas con sus respectivas fichas de laboratorio de la universidad y cálculos.

4.1.3. Limite plástico

El contenido de agua en el cual el suelo cambia de un estado plástico a un estado semisólido se le conoce como límite plástico, y su principal uso al igual que el límite plástico es para la identificación y clasificación de suelos.

Los documentos de referencia para la realización del ensayo son:

NTE INEN 688 1982-05. Mecánica de suelos. Preparación de muestras para ensayos.

NTE INEN 692 1982-05. Mecánica de suelos. Determinación del límite plástico.

Los datos recopilados se presentan en los (**Anexo 4.7; 4.8; 4.9**).

4.1.4. Gravedad específica

La gravedad específica es un valor adimensional y se define como la relación entre la densidad de los sólidos del suelo y la densidad del agua destilada a 4°C (Guerrero & lima, 2018).

El documento de referencia para la realización del ensayo es:

ASTM D 854-02. Método de ensayo para la determinación de la gravedad específica de los sólidos de suelo a través de la matriz de agua.

Los datos recopilados de este ensayo se presentan en el (**Anexo 4.10**) con sus respectivas fichas de laboratorio y cálculos.

4.1.5. Compactación de suelos tipo Estándar

La compactación del suelo se define como la densificación del suelo mediante la eliminación de aire que existe entre partículas por medio de energía mecánica; la

compactación de suelo se utiliza para incrementar la resistencia de éste, aumentando de esta manera su capacidad de carga.

Los documentos de referencia para la realización del ensayo son:

Norma ASTM D698. Compactación tipo Proctor Estándar.

Norma AASHTO T 99. Compactación tipo Proctor Estándar.

Los datos recopilados de este ensayo se presentan en los (**Anexos 4.11; 4.12; 4.13**).

4.2. Clasificación del suelo

La clasificación de suelos se realizará mediante el sistema SUCS para ello se requiere porcentajes tales como el pasante del Tamiz # 4 y el Tamiz # 200 así mismo con los límites líquido y plástico para obtener los valores del Índice de plasticidad para dirigirnos a la carta de plasticidad y obtener la correcta clasificación, según el sistema SUCS nos indica que es un suelo tipo GC (Grava arcillosa con arena) determinando que el suelo es adecuado para realizar la protección del talud.

Se realizó un cuadro resumen de los resultados obtenidos, en los que podemos observar en la (Tabla 1).

Tabla 4.1 Resultado de ensayos de laboratorio de suelos

ENSAYO	NORMA	EXPLICACION	RESULTADO	UNIDAD	ANEXO
GRANULOMETRIA	ASTM D 422-63	El análisis granulométrico es la determinación del rango de tamaños de partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje de la masa seca del suelo	PASANTE TAMIZ #4>50		4.1; 4.1.1; 4.2; 4.2.1; 4.3; 4.3.1
			PASANTE TAMIZ #200>12		
LIMITE LIQUIDO	NTE INEN 688 1982-05	El contenido de humedad del suelo cuando se encuentra en el límite entre el estado plástico y el estado líquido se le conoce como límite líquido.	31	%	4.4; 4.5; 4.6
	NTE INEN 691 1982-05				
LIMITE PLASTICO	NTE INEN 688 1982-05	El contenido de agua en el cual el suelo cambia de un estado plástico a un estado semisólido se le conoce como límite plástico	22	%	4.7; 4.8, 4.9
	NTE INEN 692 1982-05				
GRAVEDAD ESPECIFICA	ASTM D 854-02	La gravedad específica es un valor adimensional y se define como la relación entre la densidad de los sólidos del suelo y la densidad del agua destilada a 4°C	2.62	ADIM.	4.10
COMPACTACION	Norma ASTM D698	La compactación del suelo se define como la densificación del suelo mediante la eliminación de aire que existe entre partículas por medio de energía mecánica	DENSIDAD SEXA MAX= 1.91	g/cm3	4.11; 4.12; 4.13
	Norma AASHTO T 99		CONTENIDO DE AGUA MAX= 12.6	%	
CLASIFICACION DE SUELOS	SUCS	LA CLASIFICACION SE REALIZO GRACIAS A "FUNDAMENTO DE INGENIERIA GEOTECNICA" (PAG 39,40) POR BRAJA M. DAS IMPRESO EN MEXICO 2001	CG= GRAVA ARSILLOSA CON ARENA		

Fuente: (Hernán y Brandon)

4.3.PRESUPUESTO REFERENCIAL

Teniendo en cuenta el proceso de construcción en el apartado anterior, se presenta el siguiente presupuesto para la construcción de la protección del talud.

Cabe recalcar que los datos que constan en la siguiente tabla fueron obtenidos a través de varios trabajos investigados en el SERCOP, con la ayuda de aquello procedemos a realizar el siguiente presupuesto.

Para la obtención del presupuesto realizamos diferentes análisis de precios unitarios que detallan cada unidad de obra a realizar. Para más detalle se encuentra en el Anexo 9.

Tabla 4.2 Presupuesto referencial de la protección del talud.

SISTEMA DE PROTECCION DE TALUDES						
PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
PROTECCION DEL TALUD						
1	HCF001	Replanteo y nivelación de muros de contencion	m2	1.656,91	0,91	1.511,10
2	HCF002	Desbroce manual de la capa vegetal (hasta 15 cm)	m2	1.656,91	0,86	1.431,57
3	HCF003	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m, de profundidad	m3	2.279,93	3,29	7.500,96
4	HCF004	Cargado y Desalojo de material con volquete (Dist. Menor a 5 km)	m3	1.279,93	2,60	3.327,81
5	HCF005	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	1.663,91	1,46	2.429,30
6	HCF006	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	42,30	27,47	1.161,98
7	HCF007	Relleno compactado con material de sitio	m3	123,71	7,78	962,43
8	HCF008	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 en terrazas	m3	153,60	130,46	20.038,66
9	HCF009	Geotextin NT1600 Suministro e Instalacion	m2	2.184,31	2,30	5.023,91
10	HCF010	Suministro y montaje de neumaticos	m3	4.423,39	6,96	30.786,79
SUBTOTAL						74.174,51
IVA						8.900,94
TOTAL						83.075,46

Fuente: Hernán y Brandon

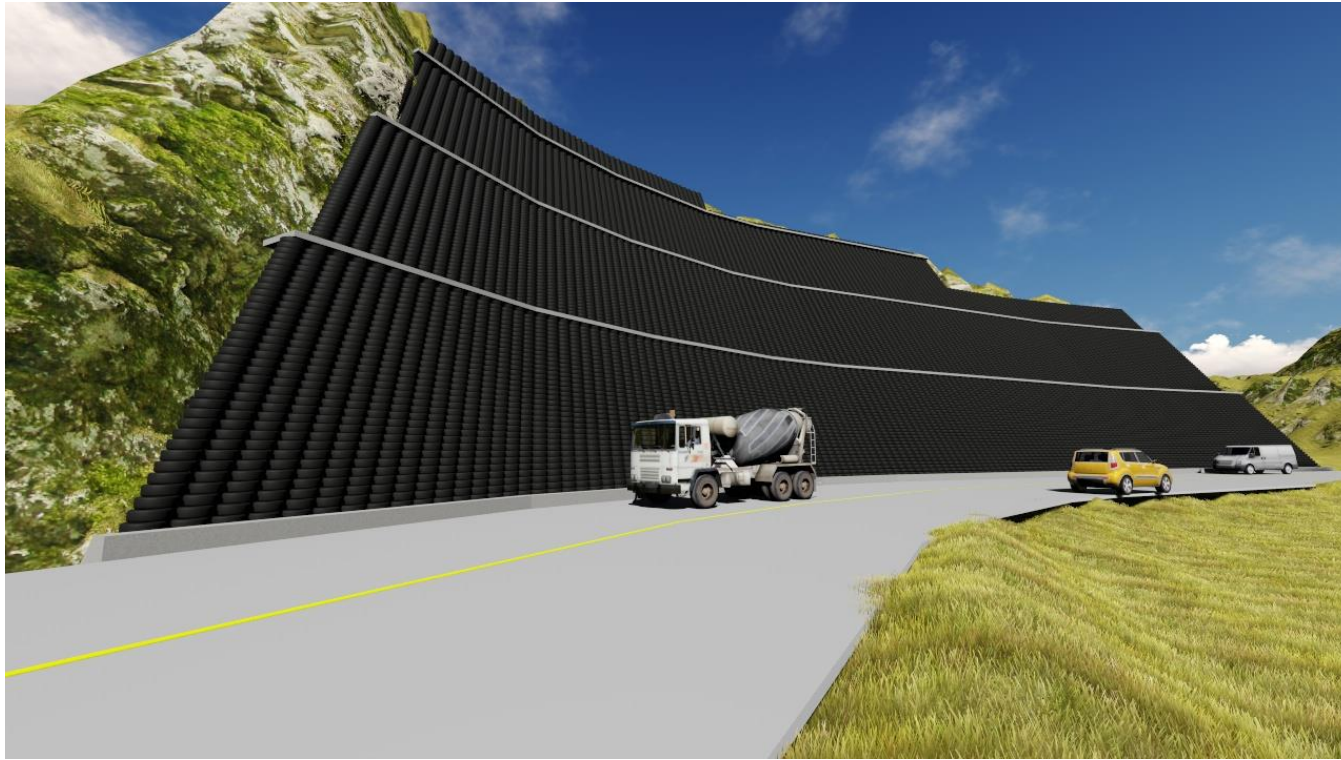


Figura 4.3 Demostración de la protección del talud.
Fuente: Hernán y Brandon

CONCLUSIONES

Una vez realizado el trabajo de investigación y en relación a los objetivos planteados en esta se obtienen las siguientes conclusiones:

El marco referencial sirvió como una base fundamental en relación al análisis sobre taludes, además se obtuvo conocimientos sobre el sifonamiento mecánico y meteorización y sobre las reacciones que producen, por lo que, gracias a la información se pudo tomar decisiones fundamentales para el desarrollo del proyecto, los materiales a utilizar son los neumáticos y geotextil, dicho esto, junto con la protección que es nuestro interés principal abarcamos otro tema, que es la utilización de los neumáticos desechables que generan una gran cantidad de contaminación.

Ya una vez identificado el lugar a realizar la protección se realizó el levantamiento topográfico y conocer los limitantes del terreno, además de servir para el mejor aprovechamiento de los recursos existentes, considerando que permitió identificar la superficie y los perfiles en el lugar exacto para la protección del talud, facilitando la información para abarcar la continuidad del proyecto.

En cuanto al estudio de suelos del talud realizados siguiendo la norma ASTM e INEN se puede decir que el suelo es adecuado para la protección planteada ya que según el sistema SUCS nos indica que es un suelo tipo CG (grava arcillosa con arena), pudiendo determinar, además, que existe desprendimiento, más no deslizamiento de tierras, lo cual ofrece la seguridad de continuar con el diseño de la protección planteada.

Bajo varias investigaciones sobre protecciones de taludes con neumáticos y geotextil, hemos visto en sí, que existe muros hecho de neumáticos, lo que implica que estos muros de neumáticos resisten a empujes de tierras, por lo que nosotros damos como una alternativa de proteger contra la erosión del talud, Se llegó a la conclusión que para el diseño de protección del talud los neumáticos y geotextil son materiales adecuados, en cuanto a los neumáticos; es fácil su obtención, y no representa un problema a futuro. Los neumáticos escogidos son de los más empleados en el sector

comercial y privado, siendo en este caso el neumático con 56 cm de diámetro 19 cm de alto por su parte exterior.

El geotextil seleccionado para este proyecto es el NT 1600, fabricado con fibras de polipropileno las cuales están entrelazadas mecánicamente; su alta permeabilidad permitirá que el flujo de agua no quede retenido ya que esto si generaría un problema a futuro; además, por su composición es altamente resistente a ácidos y químicos. Debido a sus características sirve para la filtración y para evitar el sifonamiento mecánico del suelo, por lo que se debe colocar en toda el área del talud detrás de los neumáticos.

Cabe recalcar que el talud a proteger es de aproximadamente 70.20 metros de largo, contiene distintas alturas y ángulos con la horizontal, por lo que, se establecieron 3 perfiles para su diferente análisis, como se observa en la topografía el área del talud a proteger no es plano, es por ello que escogimos 3 perfiles para dar solución en ellos,

Al elaborar el presupuesto referencial y llegando a una suma de dinero de alrededor de 74.000 dólares sin IVA, los datos fueron obtenidos a base de la revisión de algunos trabajos ya realizados en el SERCOP, aparte de la ayuda y experiencia de algunos ingenieros.

RECOMENDACIONES

- Para realizar dicha protección del talud, siempre partir de que el talud sea estable bajo los estudios de suelos realizados.
- Tener en cuenta que los neumáticos tengan el mismo tamaño a lo largo y lo alto de la protección del talud.
- Tener en cuenta de que la losa de hormigón ubicado a cada 7 metros a lo alto de la protección tenga la pendiente suficiente para que el agua recorra hacia el geotextil.
- Verificar el amarre adecuado entre los neumáticos usados para tener una protección firme y así no tener problemas a futuro.
- Realizar el relleno y la compactación de los neumáticos de manera que no tenga una pendiente al finalizar la compactación.

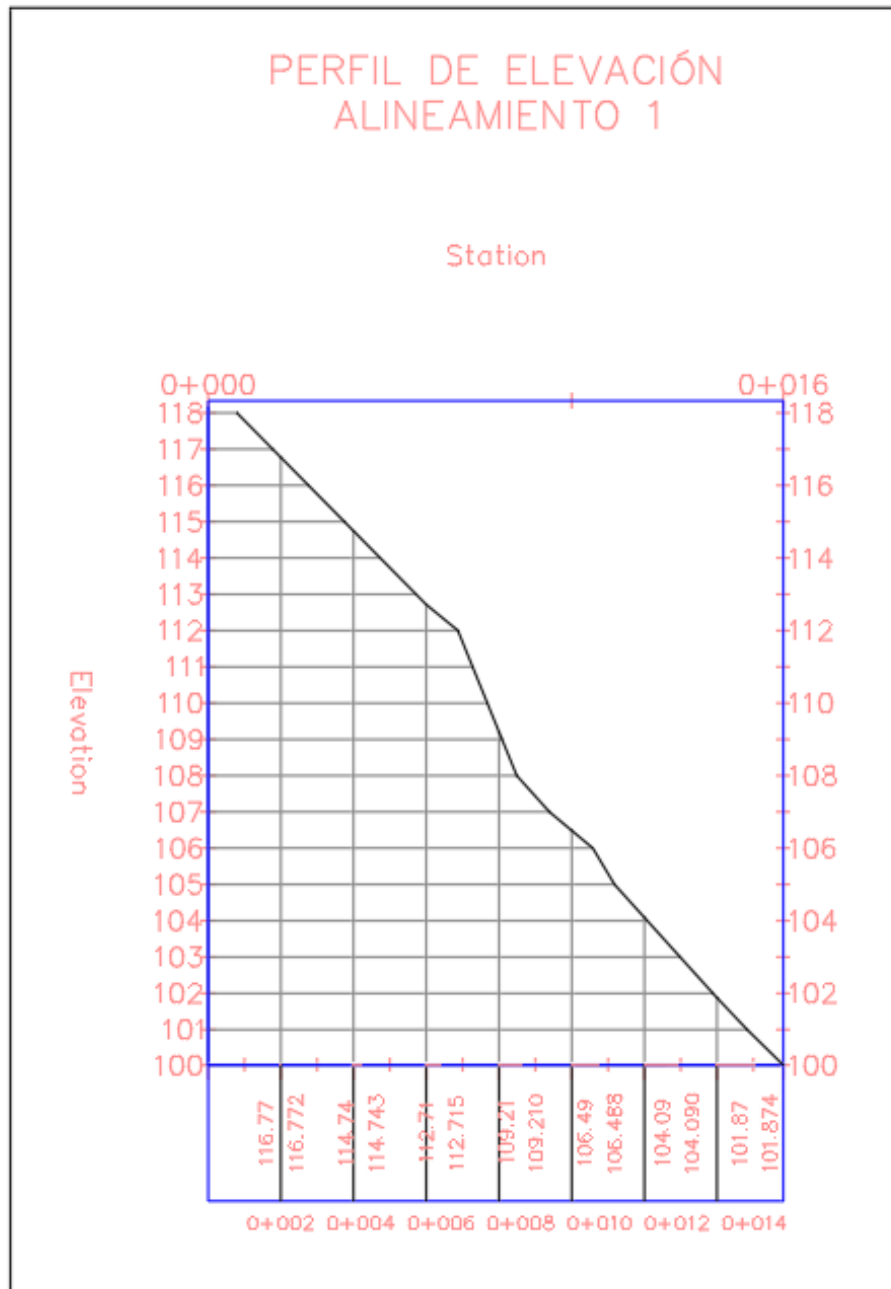
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antúnez, B., & Stein, A. (2016). Obtenido de Manual De Construcción Y Mantenimiento De Muros De Llantas. Honduras.
- Armas, R., & Horta, E. (1987). *Presas de tierra*. La Habana - Cuba : ISPJAL.
- Carrillo, K., & Córdova, S. (2012). *Propuesta de gestión de llantas usadas en el cantón Rumiñahui*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Corominas, J. (2004). Tipos de rotura en laderas y taludes. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- DEGUSSA. (2004). Geosintéticos, guía de productos y aplicaciones. España.
- Emmanuel, E. P. (2010). Guía de la Construcción del muro de contención, con llantas usadas (Muro de Protección de Pendiente). Honduras.
- Guerrero Abril, A. P., & Lima Rodas, E. D. (2018). *Elaboración de guías metodológicas para ensayos de laboratorio de la asignatura de Mecánica de Suelos de la Universidad del Azuay* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Gobierno Provincial de Azuay. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia del Azuay*. Cuenca - Ecuador: Coordinación de Ordenamiento territorial.
- Hernandez, H., & Diaz, A. (2011). *Influencia de la pendiente y la precipitación en la erosión de taludes desprotegidos*. Concepción - Chile: Universidad del Bio-Bio.
- Hernández, R. A., Escartín, S. E., & Gutiérrez, H. M. (2018). Utilidad de los valores de susceptibilidad magnética para el análisis petrográfico de muestras del basamento de la corteza de intemperismo. *Minería y Geología*, 17-30. La Habana- Cuba.
- Honorato, R. (2000). *Manual de edafología*. Sevilla: Alfaomega Grupo Editor S.A. España.
- Jaramillo, M. (2014). *Análisis del envejecimiento y propiedades mecánicas en geotextiles tejidos*. Bogotá - Colombia: Universidad de los Andes.
- Kévin, T. (2017). *INGENIERÍA DE PERFIL DE MODERNAS PLANTAS PARA*. Santiago: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Llano, E., Ríos, D., & Restrepo, G. (2020). Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad. *TecnoLógicas*. Colombia.
- LONG, Nguyen. Le Pneusol: Recherches – Réalisations - Perspectives. Devant l'institut national des sciences appliquees de Lion. París, 1993.

- Magallanes, C., & Guillén, I. (2014). *Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica*. Lima - Perú: Congreso de la República.
- Mamani Quenallata, F. (2020). *Estabilización de taludes con muros de llantas reciclados*. Juliaca - Perú: Universidad Peruana Union .
- Núñez, A. (2020). Evaluación de la estabilidad del muro PNEUSOL tipo “lighweight” como técnica de remediación para deslizamientos en el CP Udimá–Región Cajamarca. Perú.
- Piegari, W. (2005). Cátedra de cimentaciones-geosintéticos. Argentina: Universidad tecnológica nacional.
- Rodríguez, G. O. (2016). *Estandarización de técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho*. Medellín - Colombia: Escuela de Ingeniería Civil.
- Royo Ochoa, M., & Chávez Aguirre, R. (2010). El intemperismo y las rocas en la construcción. Veracruz, México: CONgreso Nacional ALCONPAT.
- SAYÃO, Alberto; GERSCOVICH, Denise; MEDEIROS, Luciano; SIERRA, Ana. Scarp—an attractive material for gravity retaining walls and soil reinforcement. Rios de Janeiro, Jouernel Of Soil Waste Technology & Management, 1997. Brasil.
- Sánchez, G. E. (2018). *Muros en tierra reforzada con entramado de llantas de desecho*. Medellín - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Suárez, J. (2014). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga. Colombia.
- Villalaz, C. C. (2005). *Mecanica de suelos y cimetaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations*. Editorial Limusa. Mexico.
- Yang, L., Wang, W., Zhang, N., & Wei, Y. (2020). Características y análisis del modelado numérico del deslizamiento de tierra en Xinmo, provincia de Sichuan, China. *Earth Sciences Research Journal*,, 169.

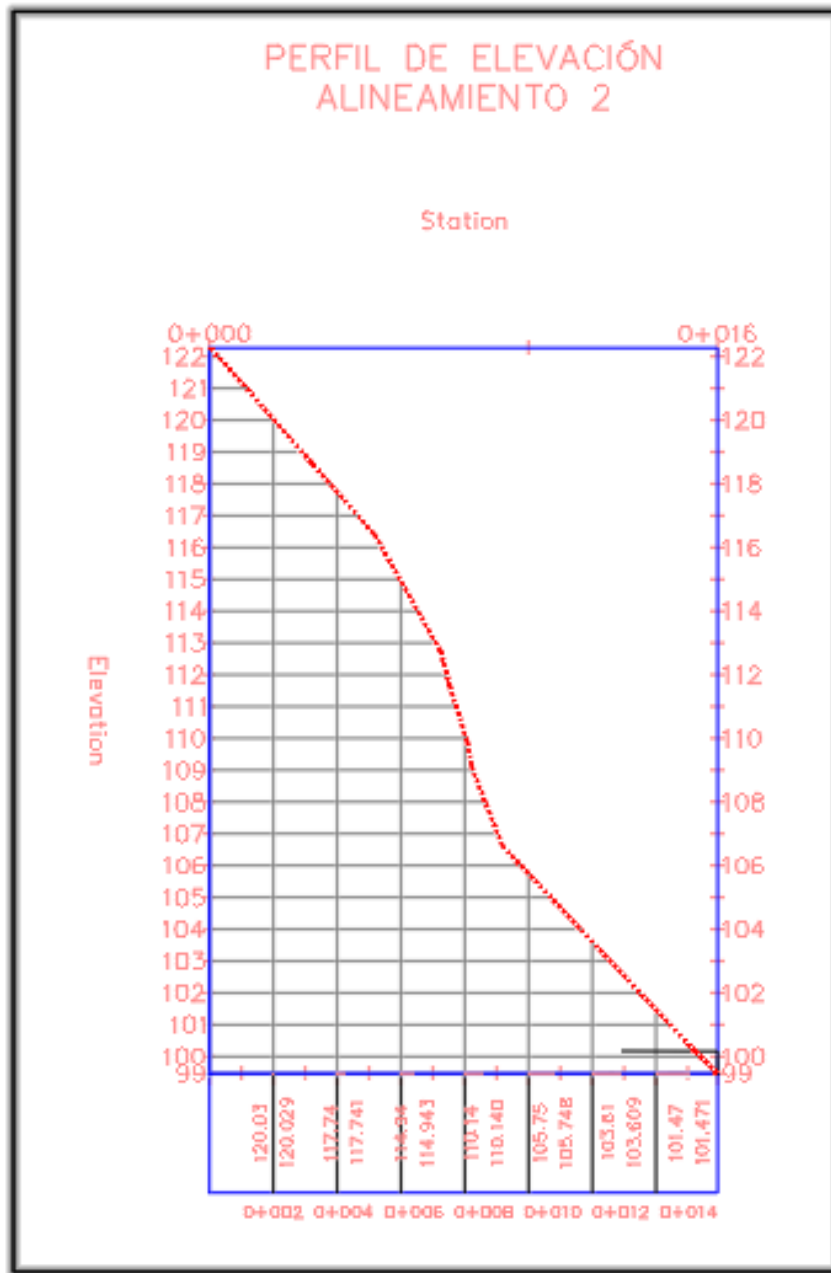
ANEXOS

Anexo 3.1 Perfil N. 1 del talud



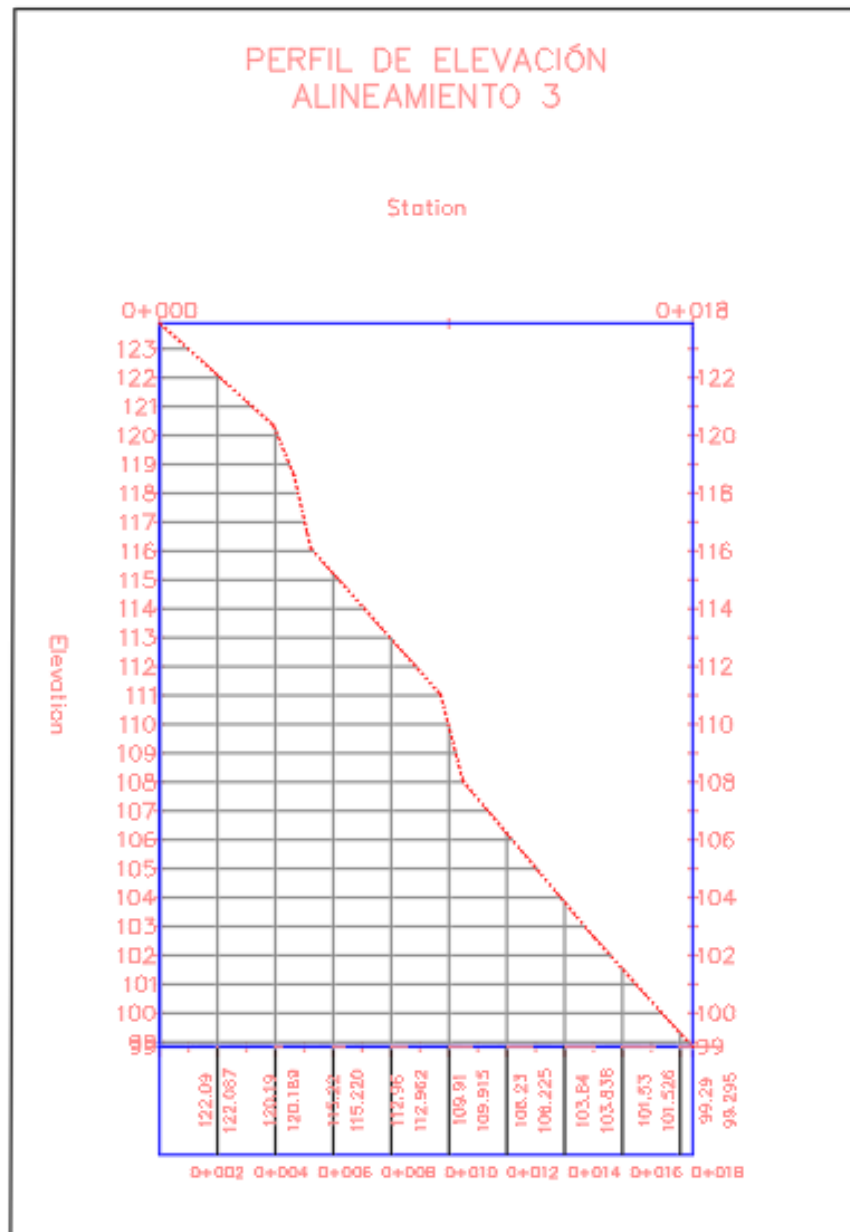
Fuente: (Hernán y Brandon)

Anexo 3.2 Perfil N. 2 del talud



Fuente: (Hernán y Brandon)

Anexo 3.3 Perfil N. 3 del talud



Fuente: (Hernán y Brandon)

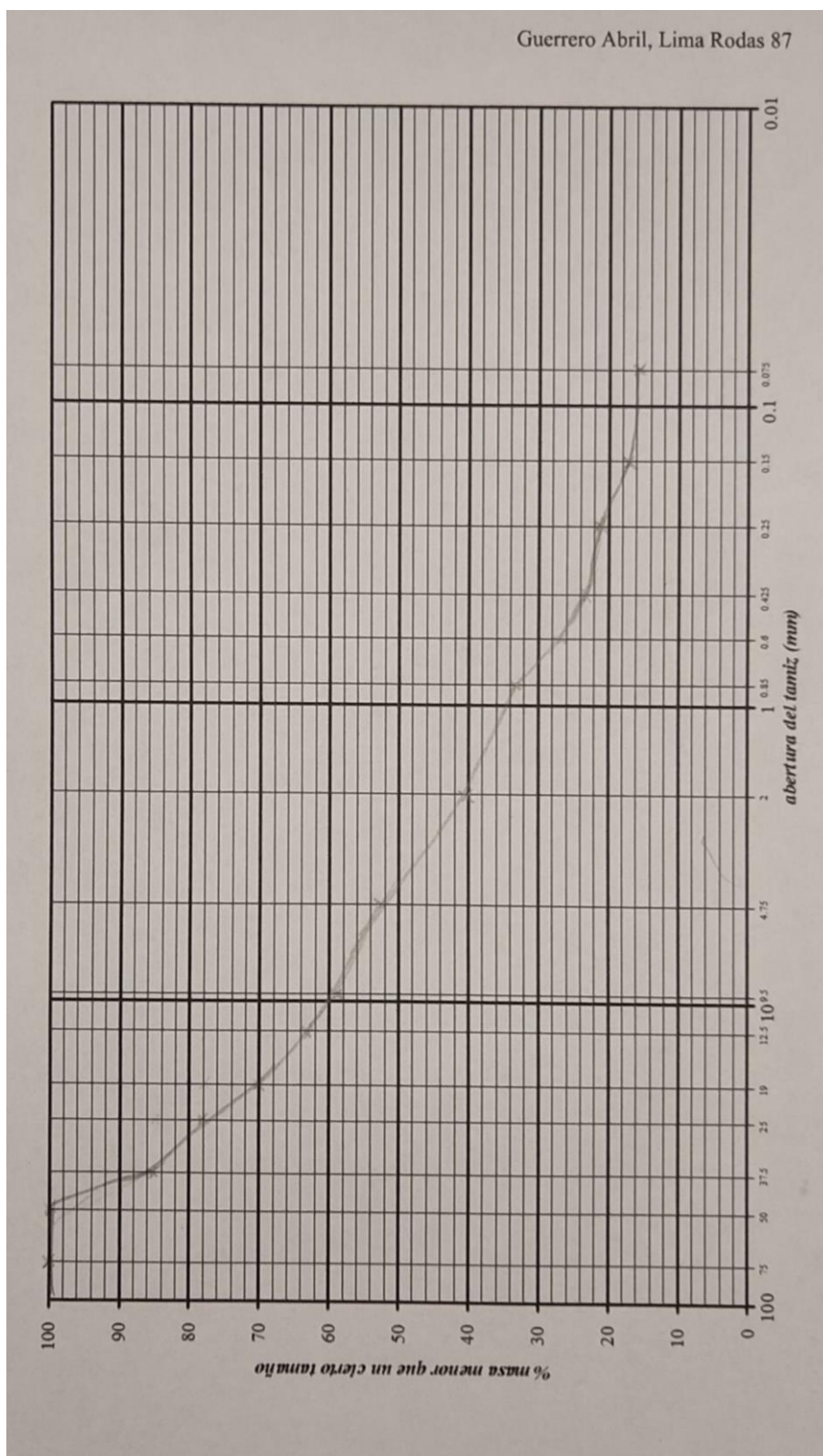
Anexo 4.1 Ficha del ensayo del análisis granulométrico por tamizado (1)

Guerrero Abril, Lima Rodas 86

Anexo 3.3 Ficha del ensayo del análisis granulométrico por tamizado

FICHA DE LABORATORIO					
UNIVERSIDAD DEL AZUAY					
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 3					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE MENOR A 0.075 mm EN UN SUELO					
Relizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>					
Grupo: _____ Fecha: _____					
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antigua Panamericana</u>					
Descripción de la muestra: <u>Muestra marion con grumos.</u>					
TAMIZ		MASA RETENIDA		% RETENIDO	% PASANTE
Pulgadas	mm	PARCIAL (g)	ACUMULADO (g)		
3	75	0	0	0	100
2	50	0	0	0	100
1 1/2	37.5	783	783	14.7	85.3
1	25	435	1218	22.9	77.1
3/4	19	351	1569	29.5	70.5
1/2	12.5	384	1953	36.7	63.3
3/8	9.5	205	2158	40.6	59.4
N° 4	4.75	480	2588	48.7	51.3
N° 10	2	467.1	3055.1	57.5	42.5
N° 20	0.85	114.2	3169.3	59.6	40.4
N° 30	0.6	349.3	3888.7	73.2	26.8
N° 40	0.425	370.1	4055.3	76.3	23.7
N° 60	0.25	106.6	4166.5	78.4	21.6
N° 100	0.15	164.28	4330.8	81.5	18.5
N° 200	0.075	118.51	4449.3	83.7	16.
Masa Pasa N° 200		16.79	4466.1		
Masa seca de suelo antes del lavado A (g)					5315
Masa seca de suelo después del lavado B (g)					4469.1
Masa que pasa el tamiz No. 200 (g)					845.9
Porcentaje de suelo fino que pasa el tamiz No. 200 (%)					15.9
Observaciones: <u>En el proceso de lavado la muestra se redujo considerablemente.</u>					

Anexo 4.1.1 Curva granulométrica (1)



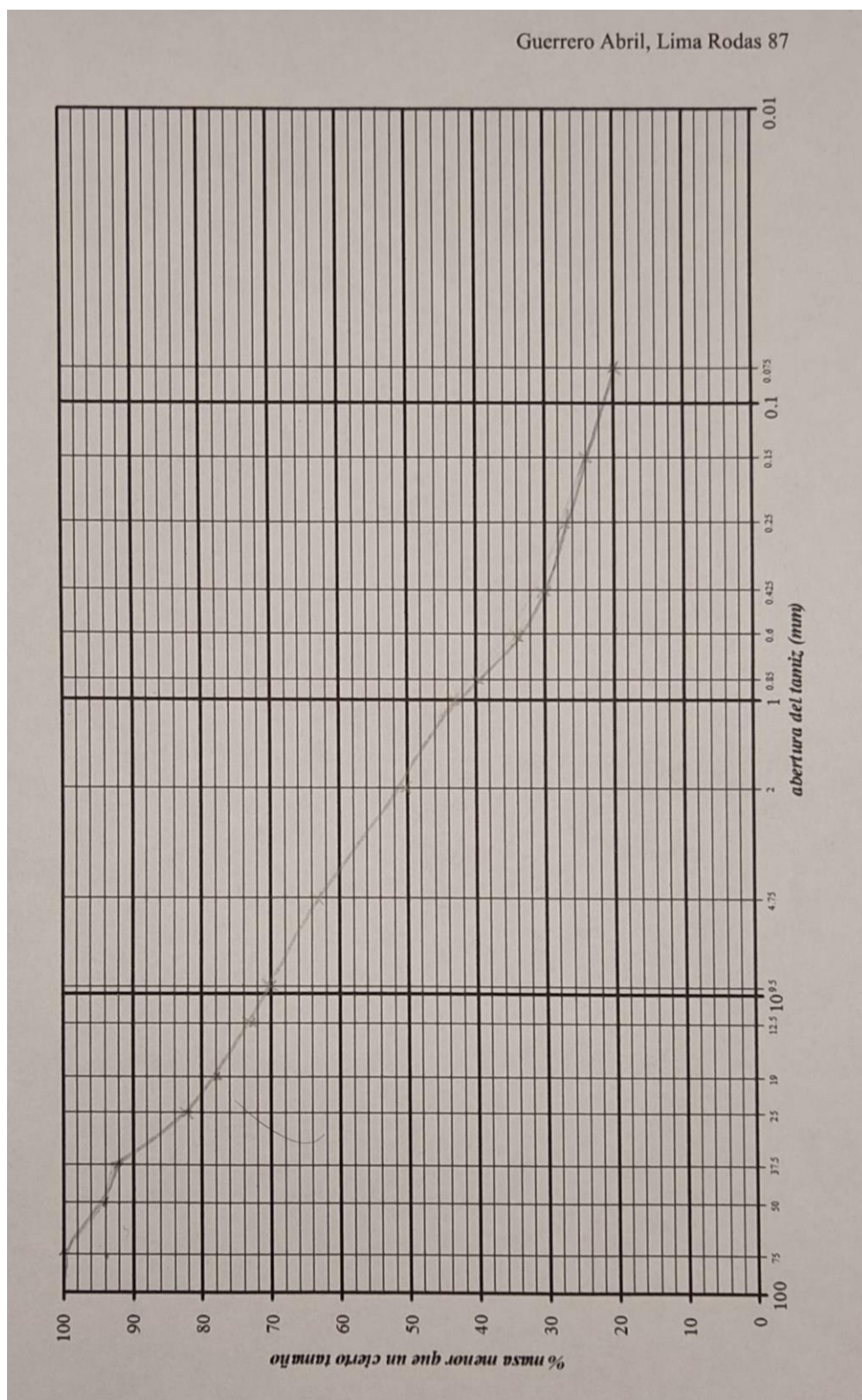
Anexo 4.2 Ficha del ensayo del análisis granulométrico por tamizado (2)

Guerrero Abril, Lima Rodas 86

Anexo 3.3 Ficha del ensayo del análisis granulométrico por tamizado

FICHA DE LABORATORIO						
UNIVERSIDAD DEL AZUAY						
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 3						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE MENOR A 0.075 mm EN UN SUELO						
Relizado por: <u>Heráclio Capelo y Brandon Ordóñez</u>						
Grupo: _____ Fecha: _____						
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antiguo Paramaricao</u>						
Descripción de la muestra: <u>Muestra mayor con grumos</u>						
TAMIZ		MASA RETENIDA		% RETENIDO	% PASANTE	
Pulgadas	mm	PARCIAL (g)	ACUMULADO (g)			
3	75	0	0	0	100	
2	50	295	295	5,4	94,6	
1 1/2	37,5	126	421	7,7	92,3	
1	25	529	950	17,5	82,5	
3/4	19	188	1138	20,9	79,1	
1/2	12,5	286	1424	26,2	73,8	
3/8	9,5	188	1612	29,6	70,4	
N° 4	4,75	460	2072	38,1	61,9	
N° 10	2	494,9	2566,9	43,2	52,8	
N° 20	0,85	120,4	2687,3	49,4	50,6	
N° 30	0,6	433,3	3120,6	57,4	42,6	
N° 40	0,425	448,01	3568,6	65,6	34,4	
N° 60	0,25	200,7	3769,3	69,3	30,7	
N° 100	0,15	218,3	4135,6	76,1	23,9	
N° 200	0,075	165,03	4300,6	79,1	20,9	
Masa Pasa N° 200		23,7	4324,3			
Masa seca de suelo antes del lavado A (g)					5437	
Masa seca de suelo después del lavado B (g)					4328	
Masa que pasa el tamiz No. 200 (g)					1109	
Porcentaje de suelo fino que pasa el tamiz No. 200 (%)					20	
Observaciones: <u>En el proceso de lavado la muestra se redujo considerablemente.</u>						

Anexo 4.2.1 Curva granulométrica (2)



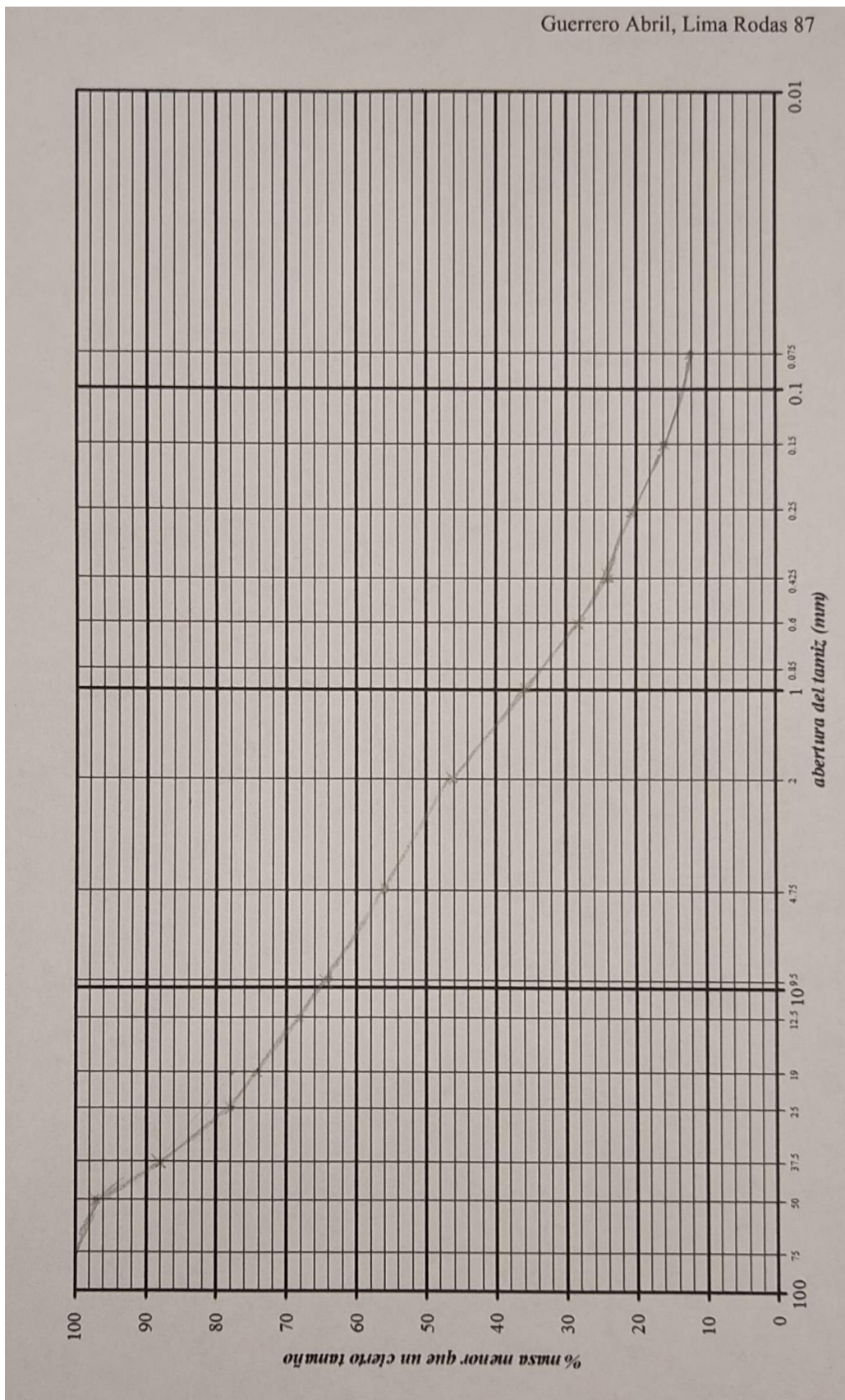
Guerrero Abril, Lima Rodas 86

Anexo 3.3 Ficha del ensayo del análisis granulométrico por tamizado

FICHA DE LABORATORIO					
UNIVERSIDAD DEL AZUAY					
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 3					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE MENOR A 0.075 mm EN UN SUELO					
Relizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>					
Grupo: _____ Fecha: _____					
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antigua Panamericana</u>					
Descripción de la muestra: <u>Muestra marrón con grumos.</u>					
TAMIZ		MASA RETENIDA		% RETENIDO	% PASANTE
Pulgadas	mm	PARCIAL (g)	ACUMULADO (g)		
3	75	0	0	0	100
2	50	209	209	3,9	96,1
1 1/2	37,5	480	689	13,	87
1	25	458	1147	21,6	78,4
3/4	19	199	1346	25,3	74,7
1/2	12,5	311	1657	31,1	68,9
3/8	9,5	245	1902	35,8	64,2
N° 4	4,75	421	2323	43,7	56,3
N° 10	2	453,04	2776	52,2	47,8
N° 20	0,85	155,84	2931,9	55,1	44,9
N° 30	0,6	439,85	3371,7	63,4	36,6
N° 40	0,425	481,27	3853	72,4	27,6
N° 60	0,25	217,67	4070,3	76,5	23,5
N° 100	0,15	244,44	4459,4	83,8	16,2
N° 200	0,075	185,72	4645,1	87,3	12,7
Masa Pasa N° 200		15,89	4661		
Masa seca de suelo antes del lavado A (g)					5320
Masa seca de suelo después del lavado B (g)					4664
Masa que pasa el tamiz No. 200 (g)					656
Porcentaje de suelo fino que pasa el tamiz No. 200 (%)					12,3
Observaciones: <u>En el proceso de lavado la muestra se redujo considerablemente.</u>					

Anexo 4.3 Ficha del ensayo del análisis granulométrico por tamizado (3)

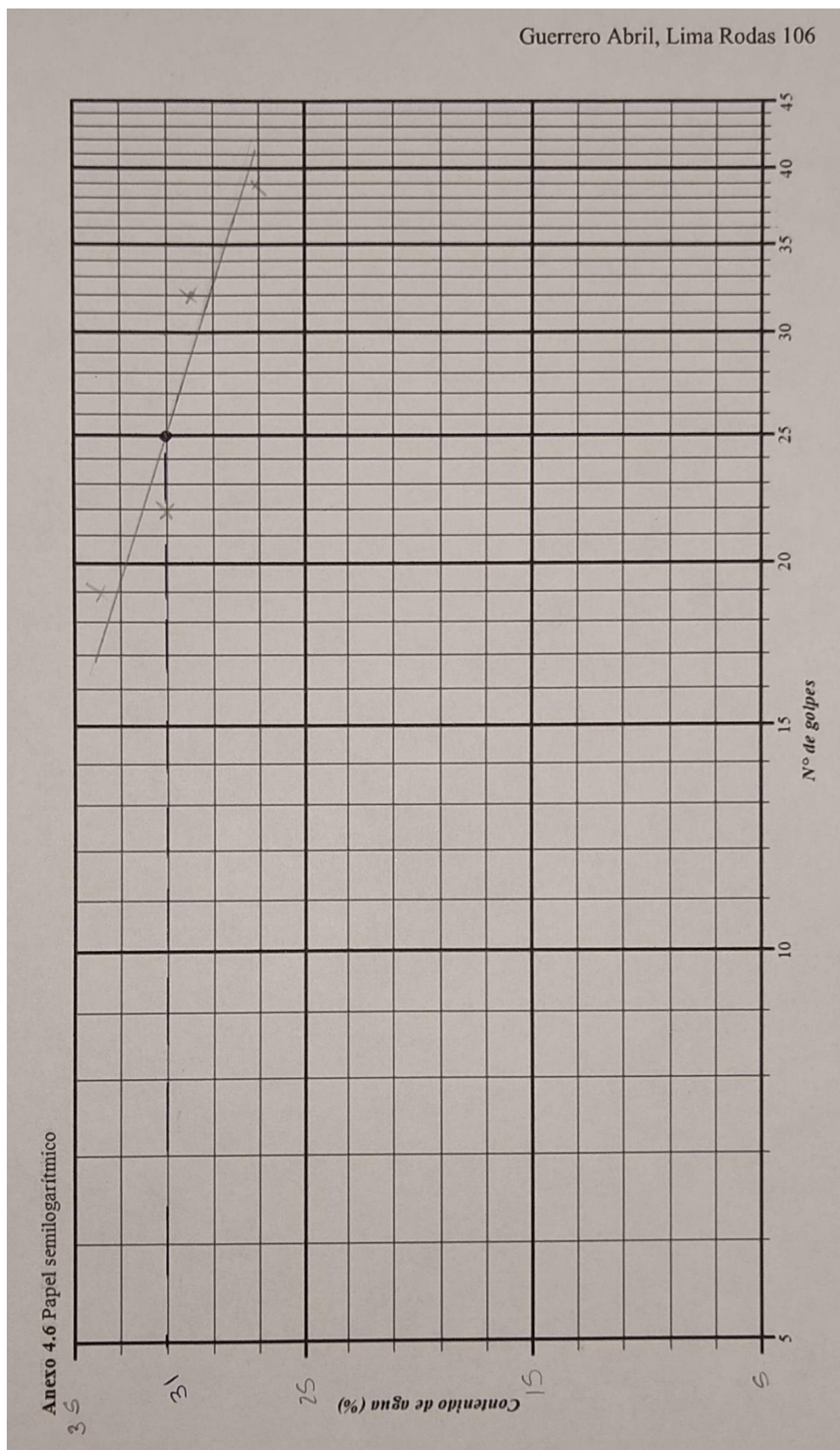
Anexo 4.3.1 Curva granulométrica (3)



Anexo 4.4 Ficha para la determinación del límite líquido (1)

Guerrero Abril, Lima Rodas 105

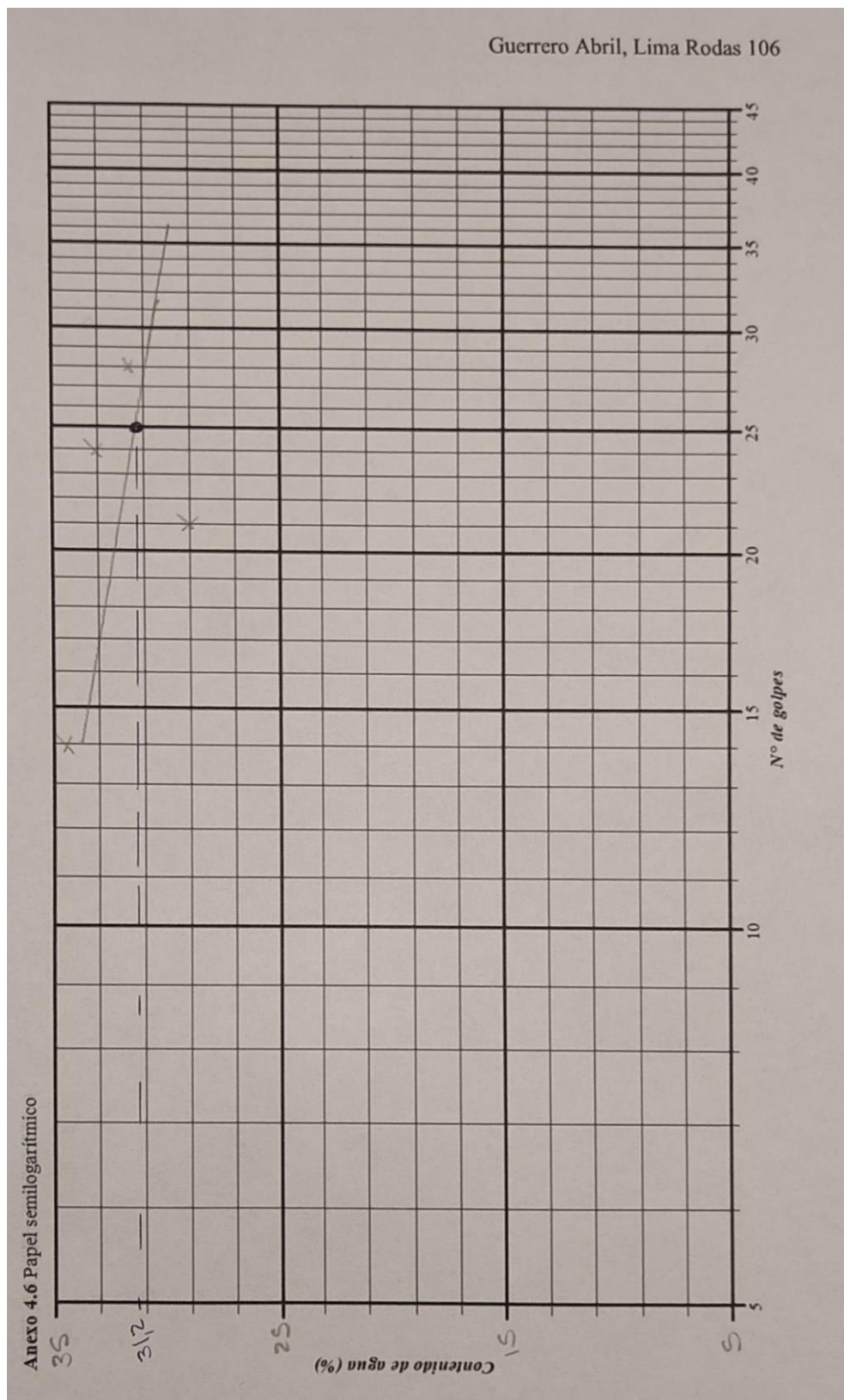
FICHA DE LABORATORIO									
UNIVERSIDAD DEL AZUAY									
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4									
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Realizado por:	Hernán Capelo y Brendon Ordóñez.								
Grupo:	Fecha: 1/3								
Localización del suelo:	Parque Industrial, Antigua Panamericana.								
Descripción de la muestra:	Muestra mazon con grumos.								
Punto N°	1	2	3	4					
N° de golpes	33	24	18	39					
Recipiente N°	61	27	10	2					
Masa del recipiente (g)	m ₁	30,8	30,47	30,8	30,51				
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m ₂	54,1	55,03	66,8	52,31				
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m ₃	46,64	49,14	57,8	47,67				
Masa del agua (g)	m ₂ - m ₃	5,43	5,89	8,9	4,64				
Masa del suelo seco (g)	m ₃ - m ₁	17,8	19,67	27,02	21,9				
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	30,5	31,55	33,1	27,04				
Límite líquido	ω (%)	30,5	31,55	33,1	27,05				
Observaciones:									



Anexo 4.5 Ficha para la determinación del límite líquido (2)

Guerrero Abril, Lima Rodas 105

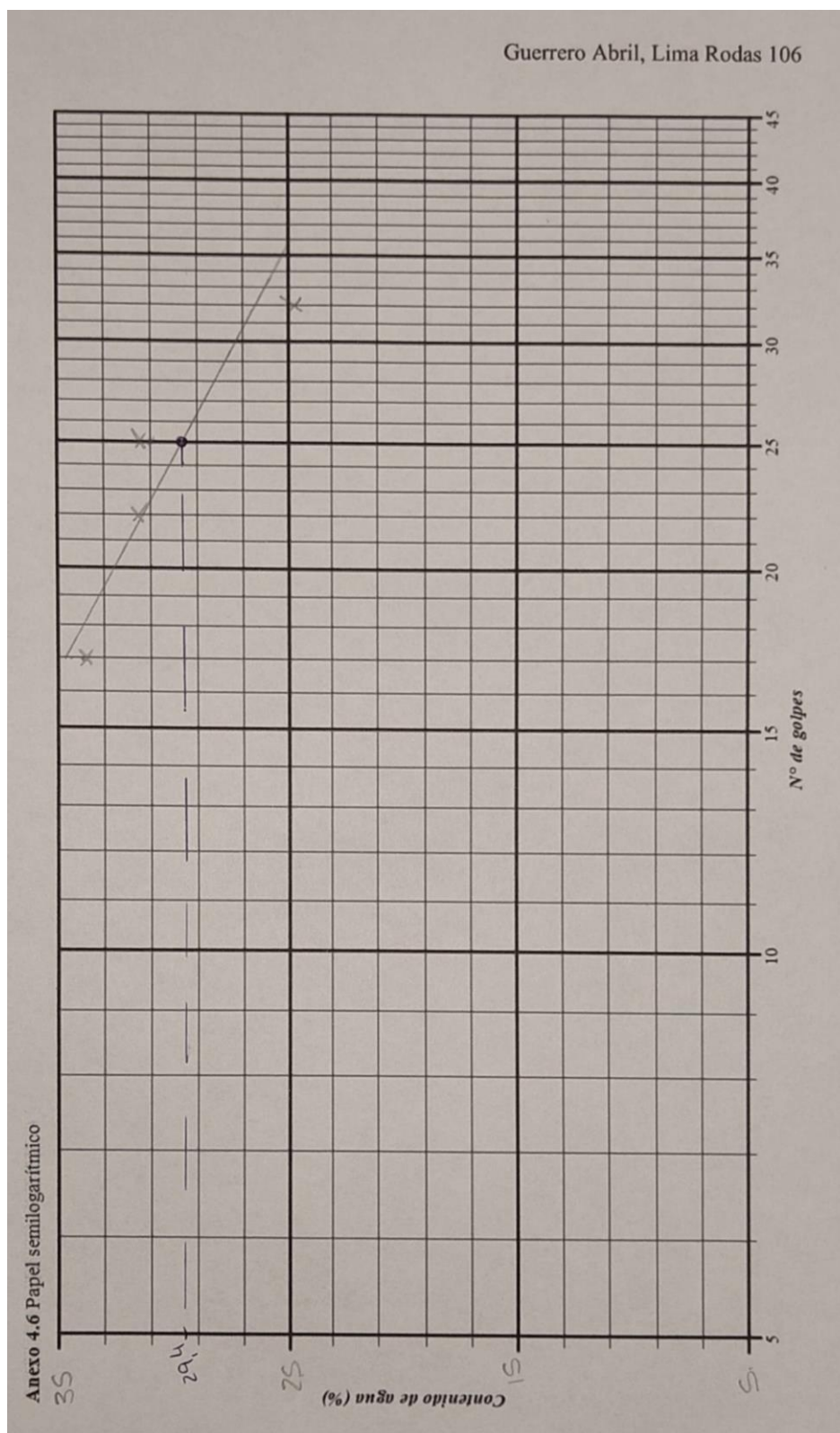
FICHA DE LABORATORIO									
UNIVERSIDAD DEL AZUAY									
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4									
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Realizado por:		Hernán Capelo y Brandon Ordóñez							
Grupo:		Fecha:		Fecha: 1/3					
Localización del suelo: Huerta color maron con grumos									
Descripción de la muestra: Parque Industrial, Antigua Panamericana.									
Punto N°	1		2		3		4		
N° de golpes	28		24		14		21		
Recipiente N°	70		3m		3		5		
Masa del recipiente (g)	m ₁		29,7		31,76		30,76		30,56
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m ₂		49,91		56,51		52,66		51,25
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m ₃		45,11		50,5		47,09		46,59
Masa del agua (g)	m ₂ - m ₃		4,8		6,02		5,57		4,66
Masa del suelo seco (g)	m ₃ - m ₁		15,41		18,73		16,33		16,03
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$		31,15		32,14		34,11		29,07
Límite líquido	ω (%)		31,15		32,14		34,11		29,07
Observaciones:									



Anexo 4.6 Ficha para la determinación del límite líquido (3)

Guerrero Abril, Lima Rodas 105

FICHA DE LABORATORIO									
UNIVERSIDAD DEL AZUAY									
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4									
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Realizado por:	Hernán Capelo y Blandon Oidonez								
Grupo:	Fecha: _____ Ficha: 1/3								
Localización del suelo:	Parque Industrial y Antigua Panameicana.								
Descripción de la muestra:	Muestra mazon con grumos								
Punto N°	1	2	3	4					
N° de golpes	17	22	25	32					
Recipiente N°	56	3	10	27					
Masa del recipiente (g)	m ₁	30,1	30,8	30,5					
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m ₂	57,2	51,98	54,8	56,7				
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m ₃	50,3	46,9	49,04	51,5				
Masa del agua (g)	m ₂ - m ₃	6,95	5,13	5,73	5,27				
Masa del suelo seco (g)	m ₃ - m ₁	20,2	16,1	18,26	21,04				
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	34,4	31,9	31,38	24,9				
Límite líquido	ω (%)	34,41	31,9	31,38	24,9				
Observaciones:									



Anexo 4.7 Ficha para la determinación del límite plástico (1)

Guerrero Abril, Lima Rodas 107

Anexo 4.7 Ficha para la determinación del límite plástico

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Realizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>				
Grupo: _____		Fecha: _____		Ficha: <u>2/3</u>
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antigua Panamericana</u>				
Descripción de la muestra: <u>Muestra de Coli marron con grumos</u>				
Recipiente N°		14	61	
Masa del recipiente (g)	m_1	31,77	30,83	
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m_2	33,49	37,03	
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m_3	33,45	35,86	
Masa del agua (g)	$m_2 - m_3$	0,34	1,17	
Masa del suelo seco (g)	$m_3 - m_1$	1,68	5,03	
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	20,24	23,26	
Límite plástico	ω (%)	2,75		
Observaciones: <u>La muestra es bastante homogénea por lo que los resultados obtenidos se parecen.</u>				

Anexo 4.8 Ficha de los límites de consistencia

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO				
Realizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>				
Grupo: _____		Fecha: _____		Ficha: <u>3/3</u>
Límite líquido	ω (%)	31		
Límite plástico	ω (%)	22		

Anexo 4.8 Ficha para la determinación del límite plástico (2)

Guerrero Abril, Lima Rodas 107

Anexo 4.7 Ficha para la determinación del límite plástico

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Realizado por: <u>Heinán Capelo y Brandon Ordóñez</u>				
Grupo: _____		Fecha: _____		Ficha: <u>2/3</u>
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Dúfgua Panamericana</u>				
Descripción de la muestra: <u>Muestra color marrón con grumos</u>				
Recipiente N°		<u>29</u>	<u>2</u>	
Masa del recipiente (g)	m_1	<u>30,94</u>	<u>30,71</u>	
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m_2	<u>36,57</u>	<u>36,45</u>	
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m_3	<u>35,54</u>	<u>35,45</u>	
Masa del agua (g)	$m_2 - m_3$	<u>1,03</u>	<u>1</u>	
Masa del suelo seco (g)	$m_3 - m_1$	<u>4,6</u>	<u>4,74</u>	
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	<u>22,39</u>	<u>21,10</u>	
Límite plástico	ω (%)	<u>21,74</u>		
Observaciones: <u>La muestra es bastante homogénea por lo que los resultados obtenidos se parecen.</u>				

Anexo 4.8 Ficha de los límites de consistencia

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO				
Realizado por: _____				
Grupo: _____		Fecha: _____		Ficha: <u>3/3</u>
Límite líquido	ω (%)	<u>31</u>		
Límite plástico	ω (%)	<u>22</u>		

Anexo 4.9 Ficha para la determinación del límite plástico (3)

Guerrero Abril, Lima Rodas 107

Anexo 4.7 Ficha para la determinación del límite plástico

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Realizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>				
Grupo: _____		Fecha: _____		Ficha: <u>2/3</u>
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antigua Panamericana</u>				
Descripción de la muestra: <u>Muestra color marrón con grumos</u>				
Recipiente N°		8	7	
Masa del recipiente (g)	m_1	30,14	29,91	
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m_2	40,91	37,64	
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m_3	38,9	36,33	
Masa del agua (g)	$m_2 - m_3$	2,01	1,31	
Masa del suelo seco (g)	$m_3 - m_1$	8,76	6,42	
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	22,95	20,40	
Límite plástico	ω (%)	21,68		
Observaciones: <u>la muestra es bastante homogénea por lo que los resultados obtenidos se parecen</u>				

Anexo 4.8 Ficha de los límites de consistencia

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 4				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO				
Realizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>				
Grupo: _____		Fecha: _____		Ficha: <u>3/3</u>
Límite líquido	ω (%)	31		
Límite plástico	ω (%)	22		

Anexo 4.10 Ficha para la determinación de la gravedad específica.

Guerrero Abril, Lima Rodas 75

Anexo 2.3 Ficha para la determinación de la gravedad específica

FICHA DE LABORATORIO				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 2				
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA				
Realizado por: <u>Hernán Capelo y Brandon Ordóñez</u>				
Grupo: _____		Fecha: _____		
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antigua Panamericana</u>				
Descripción de la muestra: <u>Muestra color marron con grumos.</u>				
Método de ensayo: <u>Método de prueba en suelos granulares.</u>				
Volumen del matraz: <u>250</u> ml				
Matraz N°		1	2	3
Temperatura de ensayo (°C)	T_e	23°	23°	23°
Masa del matraz + agua (g)	m_{fw}	346,7	342,69	344,51
Masa del matraz + agua + suelo (g)	m_{fsw}	382,76	378,49	379,65
Recipiente N°		3	12	2
Masa del recipiente (g)	m_r	221,88	222,5	222,6
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m_{rss}	280,7	281,1	281,2
Masa de los sólidos de suelo (g)	$m_s = m_{rss} - m_r$	58,8	58,5	58,6
Gravedad específica a T°C de ensayo	$G_e = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{m_s}{m_{fw} - (m_{fsw} - m_s)}$	2,63	2,64	2,58
Coefficiente de temperatura	k	0,99957	0,99957	0,99957
Gravedad específica a 20°C	$G_{20°C} = k \times G_e$	2,63	2,64	2,58
Gravedad específica	G_s	2,62		
Observaciones: <u>Para el secado de las muestras se necesitan un al rededor de 30 horas por la cantidad de agua</u>				

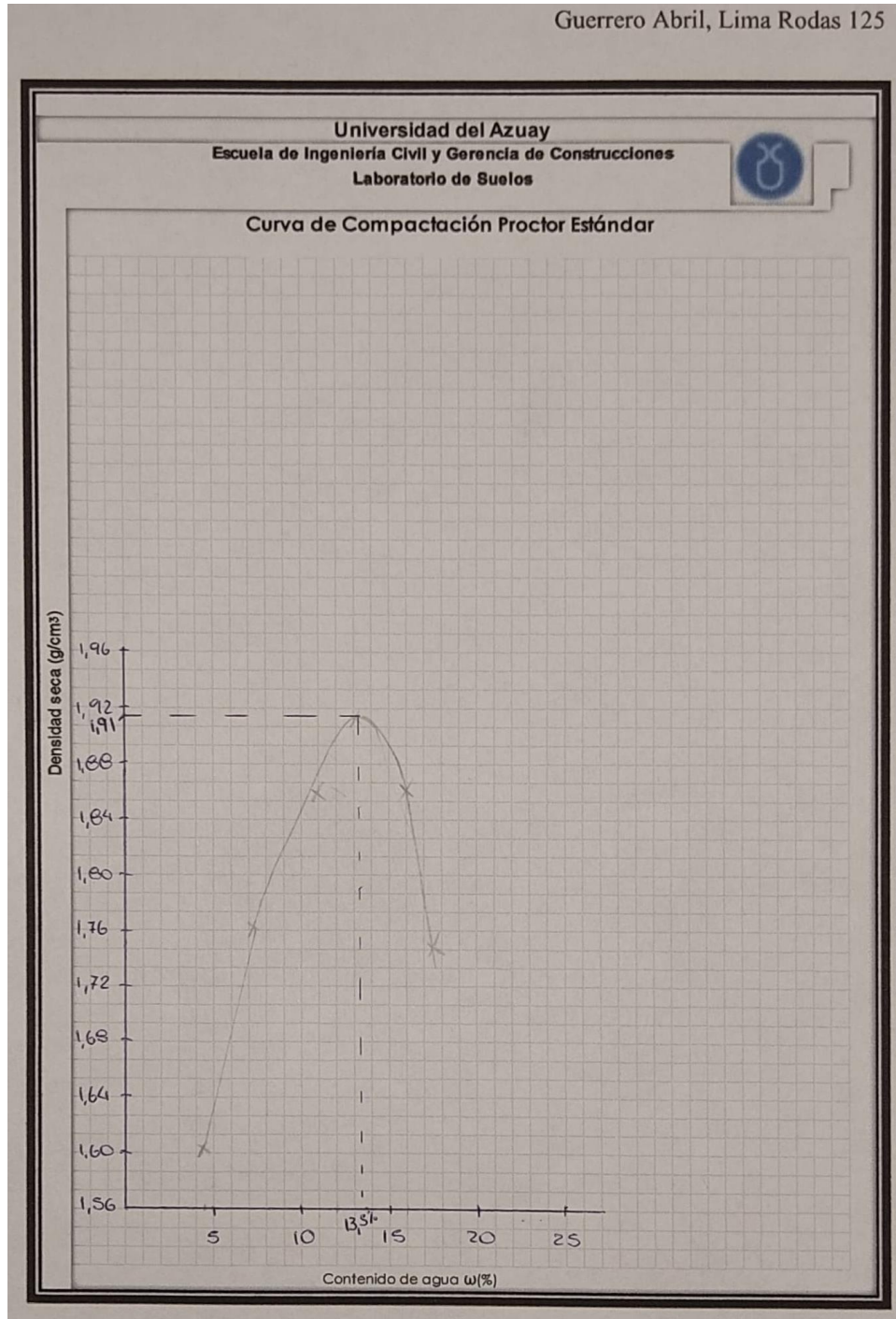
Anexo 4.11 Ficha del ensayo de compactación Proctor Estándar(1)

Guerrero Abril, Lima Rodas 124

Anexo 5.6 Ficha del ensayo de compactación Proctor Estándar

FICHA DE LABORATORIO									
UNIVERSIDAD DEL AZUAY									
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Nº 5									
ENSAYO DE COMPACTACIÓN TIPO PROCTOR ESTÁNDAR									
Realizado por:		Hernán Capelo y Brandon Ordóñez							
Grupo:		Fecha:							
Localización del suelo:		Parque Industrial, Antigua Paramericana							
Descripción de la muestra:		Muestra marrón con grumos							
V. del molde:		944,1 cm³	Peso del martillo:		24,4 N	No. de capas:	3	No. de golpes/capa:	25
Punto		1	2	3	4	5	6		
Determinación de los contenidos de agua									
Recipiente Nº		14	3	35		5		308	32
Masa del recipiente (g)	m ₁	31,8	30,8	30		30,7		30,6	30,2
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m ₂	76,0	68,6	61,8		88,3		102,6	91,9
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m ₃	74,1	66,0	58,5		81,4		92,9	82,6
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	4,5	7,4	11,7		13,5		15,4	17,7
Contenido de agua promedio	ω (%)	4,5	7,4	11,7		13,5		15,4	17,7
Punto									
Determinación de las densidades									
Masa del molde (g)	m ₄	4698	4698	4698		4698		4698	4698
Masa del molde + suelo húmedo (g)	m ₅	6286	6482	6664		6740		6720	6639
Masa del suelo húmedo (g)	m ₅ - m ₄	1588	1784	1966		2042		2022	1941
Densidad húmeda (g/cm³)	$\rho_t = \frac{m_5 - m_4}{V}$	1,68	1,89	2,08		2,16		2,14	2,06
Densidad seca (g/cm³)	$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + \frac{\omega}{100}}$	1,61	1,76	1,86		1,91		1,86	1,75
Observaciones:		Las muestras son bastante homogéneas							

Guerrero Abril, Lima Rodas 125



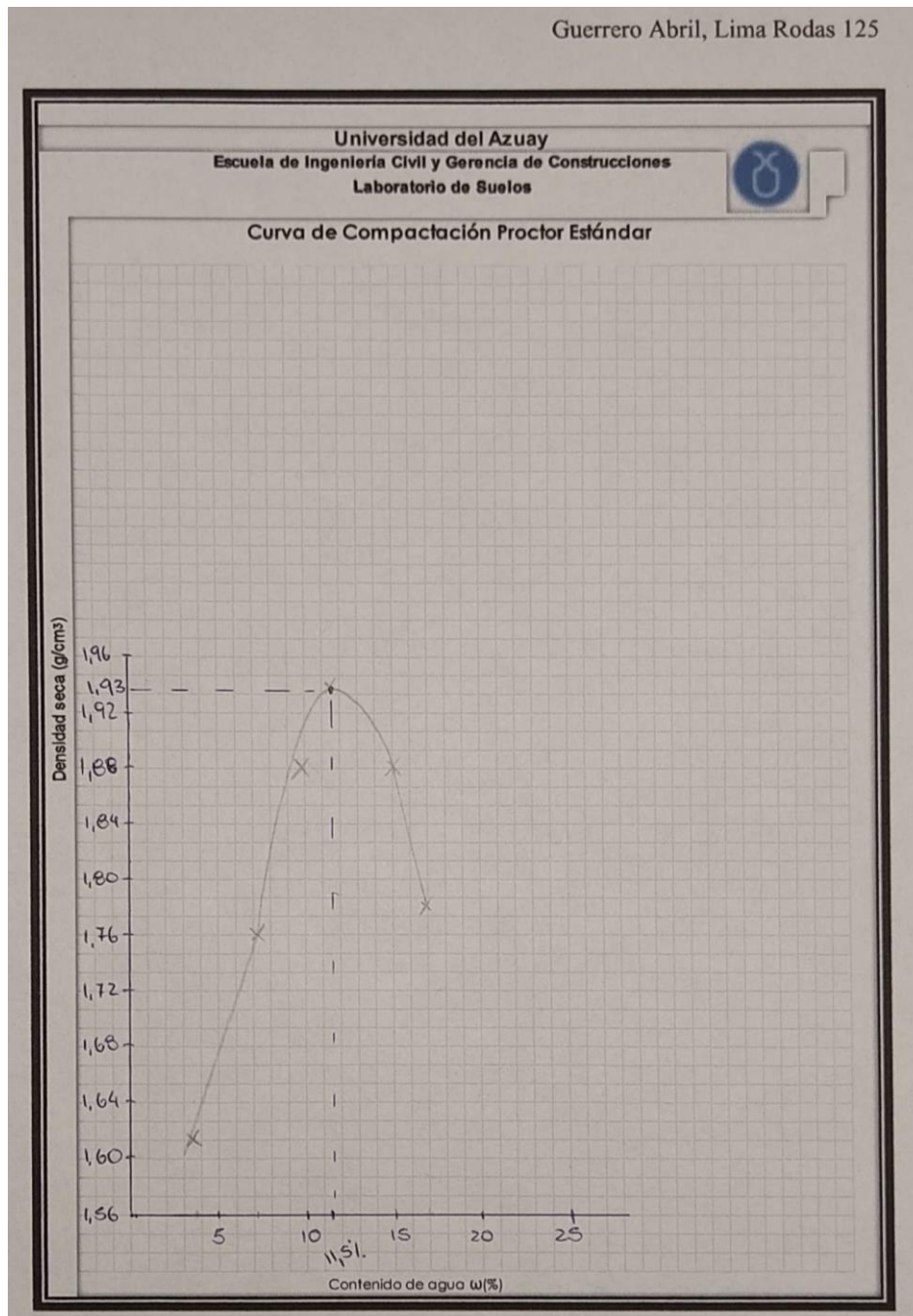
Anexo 4.12 Ficha del ensayo de compactación Proctor Estándar(2)

Guerrero Abril, Lima Rodas 124

Anexo 5.6 Ficha del ensayo de compactación Proctor Estándar

FICHA DE LABORATORIO							
UNIVERSIDAD DEL AZUAY							
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 5							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN TIPO PROCTOR ESTÁNDAR							
Realizado por: <u>Heinán Capelo y Brandon Ordóñez</u>							
Grupo:		Fecha:					
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Dutigua Panamericana</u>							
Descripción de la muestra: <u>Muestra marion con grupos</u>							
V. del molde: <u>944,1 cm³</u>		Peso del martillo: <u>244 N</u>		No. de capas: <u>3</u>		No. de golpes/capa: <u>25</u>	
Punto		1	2	3	4	5	6
Determinación de los contenidos de agua							
Recipiente N°		1	8	7	19	6	78
Masa del recipiente (g)	m_1	30,82	30,48	29,9	30,8	30,3	31,5
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m_2	79,1	60,8	75,8	72,7	89,1	85,7
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m_3	77,3	58,8	71,5	68,4	81,3	77,7
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	3,8	7,2	10,4	11,4	15,3	17,3
Contenido de agua promedio	ω (%)	3,8	7,2	10,4	11,4	15,3	17,3
Punto							
Determinación de las densidades							
Masa del molde (g)	m_4	4698	4698	4698	4698	4698	4698
Masa del molde + suelo húmedo (g)	m_5	6282	6477	6659	6735	6719	6656
Masa del suelo húmedo (g)	$m_5 - m_4$	1584	1779	1961	2037	2021	1958
Densidad húmeda (g/cm³)	$\rho_t = \frac{m_5 - m_4}{V}$	1,68	1,88	2,08	2,16	2,14	2,07
Densidad seca (g/cm³)	$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + \frac{\omega}{100}}$	1,62	1,76	1,88	1,94	1,86	1,77
Observaciones: <u>Las muestras son bastante homogéneas.</u>							

Guerrero Abril, Lima Rodas 125



Anexo 4.13 Ficha del ensayo de compactación Proctor Estándar(3)

Guerrero Abril, Lima Rodas 124

Anexo 5.6 Ficha del ensayo de compactación Proctor Estándar

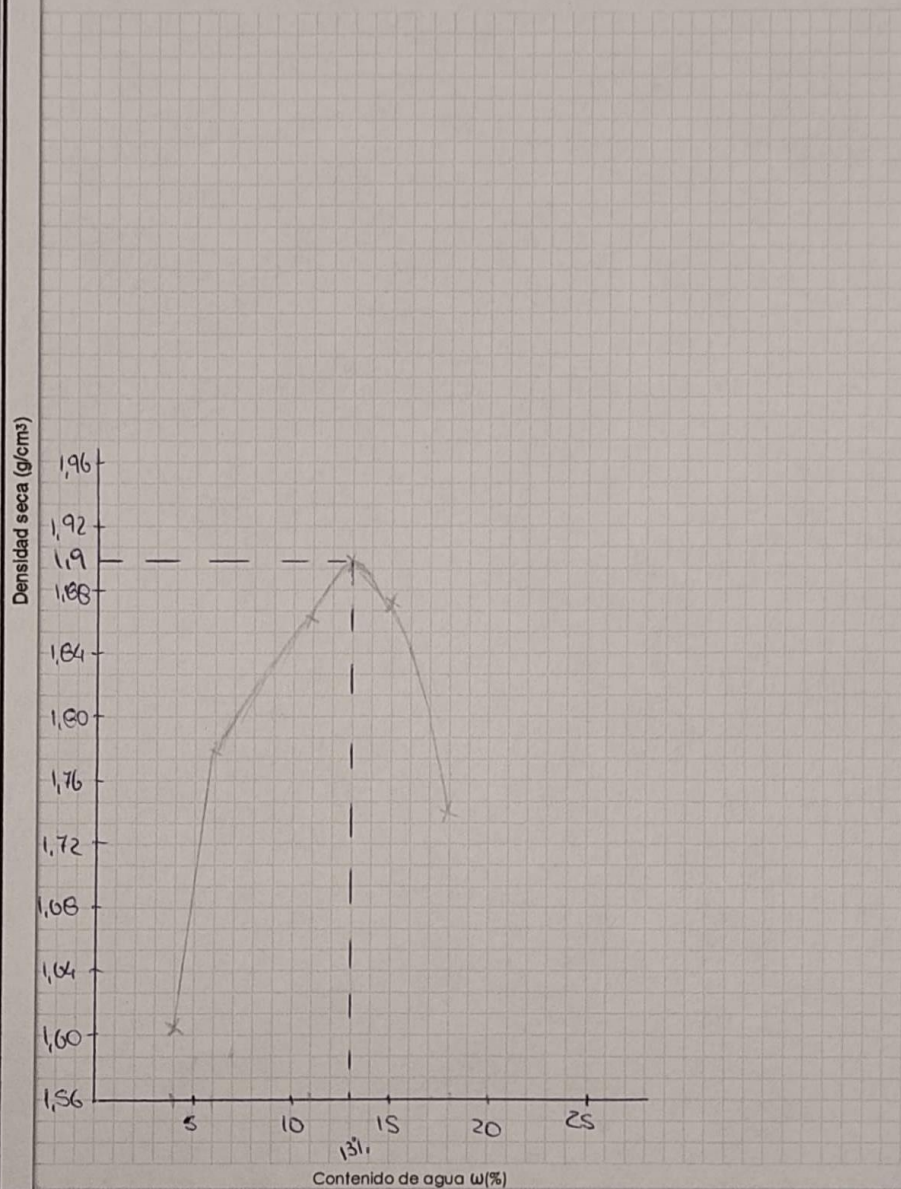
FICHA DE LABORATORIO									
UNIVERSIDAD DEL AZUAY									
PRÁCTICA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS N° 5									
ENSAYO DE COMPACTACIÓN TIPO PROCTOR ESTÁNDAR									
Realizado por: <u>Hernán Capelo y Braulio Ordóñez</u>									
Grupo: _____					Fecha: _____				
Localización del suelo: <u>Parque Industrial, Antigua Panamericana</u>									
Descripción de la muestra: <u>Muestras de color marrón con grumos</u>									
V. del molde: <u>944,1 cm³</u> Peso del martillo: <u>244 N</u> No. de capas: <u>3</u> No. de golpes/capa: <u>25</u>									
Punto	1	2	3	4	5	6			
Determinación de los contenidos de agua									
Recipiente N°	10	27	61		52		33		81
Masa del recipiente (g)	m_1	31	30,5	30,8		30,2		30,9	30,1
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	m_2	62,2	90,9	61,7		60,1		89	73,9
Masa del recipiente + suelo seco (g)	m_3	61	87,7	58,6		63,6		81,5	67,2
Contenido de agua (%)	$\frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$	4,1	5,6	11,3		13,4		15	17,9
Contenido de agua promedio	ω (%)	4,1	5,6	11,3		13,4		15	17,9
Punto									
Determinación de las densidades									
Masa del molde (g)	m_4	4698	4698	4698		4698		4698	4698
Masa del molde + suelo húmedo (g)	m_5	6279	6471	6655		6731		6708	6640
Masa del suelo húmedo (g)	$m_5 - m_4$	1581	1773	1957		2033		2010	1942
Densidad húmeda (g/cm³)	$\rho_t = \frac{m_5 - m_4}{V}$	1,67	1,88	2,07		2,15		2,13	2,06
Densidad seca (g/cm³)	$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + \frac{\omega}{100}}$	1,61	1,78	1,86		1,90		1,85	1,74
Observaciones: <u>Las muestras son bastante homogéneas</u>									

Guerrero Abril, Lima Rodas 125

Universidad del Azuay
Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones
Laboratorio de Suelos



Curva de Compactación Proctor Estándar



Anexo 16 Planos constructivos

Anexo 16.1

Anexo 16.2

Anexo 16.3

Anexo 9 APUS

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,001
Código: 504001
Descrip.: Replanteo y nivelación de muros de contencion
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
103001	Equipo de topog	Hora	1.0000	2.00	0.0200	0.04
101001	Herramientas va	%MO	0.012%MO			0.00
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
208001	CLAVOS	Kg	0.0500	3.36		0.17
209001	Pingos de eucalip	ml	0.0600	0.50		0.03
209002	Tabla ordinaria de	u	0.1000	2.50		0.25
205001	Pintura esmalte	gl	0.0030	16.93		0.05
206001	Albalux	kg	0.0100	0.16		0.00
Subtotal de Materiales:						0.50

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		1.0000	3.62	0.0200	0.07
400005	Albañil		1.0000	3.65	0.0200	0.07
408001	Topografía 2: experiencia mayor a 5		1.0000	4.06	0.0200	0.08
Subtotal de Mano de Obra:						0.22

Costo Directo Total: 0.76

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.15

Precio Unitario Total	0.91
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,002
Código: 511001
Descrip.: Desbroce manual de la capa vegetal (hasta 15 cm)
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramienta ma	%MO	5%MO			0.03
Subtotal de Equipo:						0.03

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		1.0000	3.62	0.1700	0.62
403001	Maestro mayor en ejecución de obra		1.0000	4.06	0.0170	0.07
Subtotal de Mano de Obra:						0.69

Costo Directo Total: 0.72

COSTOS INDIRECTOS

20% 0.14

Precio Unitario Total	0.86
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,003
Código: 503002
Descrip.: Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m, de profundidad
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102004	Retroexcavador	Hora	1.0000	23.50	0.0800	1.88
Subtotal de Equipo:						1.88

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
406001	Operador de retroexcavadora		1.0000	4.06	0.1000	0.41
407001	Engrasador o abastecedor responsa		1.0000	3.66	0.1000	0.37
404001	Tecnico obras civiles		1.0000	3.86	0.0490	0.19
Subtotal de Mano de Obra:						0.96

Costo Directo Total: 2.84

COSTOS INDIRECTOS

18 % 0.45

Precio Unitario Total	3.29
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,004
Código: 503003
Descrip.: Cargado y Desalojo de material con volquete (Dist. Menor a 5 km)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102005	Volqueta 8 m3	Hora	1.0000	23.00	0.0400	0.92
102004	Retroexcavador	Hora	1.0000	23.50	0.0400	0.94
Subtotal de Equipo:						1.86

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
406001	Operador de retroexcavadora		1.0000	4.06	0.0400	0.16
405002	Chofer: Volquetas (Estr.Oc.C1)		1.0000	5.31	0.0400	0.21
401001	Peón		1.0000	3.62	0.0200	0.07
Subtotal de Mano de Obra:						0.45

Costo Directo Total: 2.31

COSTOS INDIRECTOS

18 % 0.29

Precio Unitario Total	2.60
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,005
Código: 500016
Descrip.: Transporte de material hasta 6km
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
105003	volqueta 8m3	hora	1.0000	22.50	0.0440	0.99
Subtotal de Equipo:						0.99

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
406001	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)		1.0000	5.31	0.0440	0.23
Subtotal de Mano de Obra:						0.23

Costo Directo Total: 1.22

COSTOS INDIRECTOS

18 % 0.24

Precio Unitario Total	1.46
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,006
Código: 505009
Descrip.: Relleno compactado con material de mejoramiento
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramientas varias	hora	1.0000	0.40	0.4000	0.16
105006	Plancha vibratoria	Hora	1.0000	4.50	0.4000	1.80
Subtotal de Equipo:						1.96

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
203005	Material de mejoramiento p	m3	1.3200	13.00		17.16
200026	Agua	lt	4.0000	0.01		0.04
Subtotal de Materiales:						17.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		2.0000	3.62	0.4000	2.90
410001	Técnico obras civiles		1.0000	3.86	0.1000	0.39
Subtotal de Mano de Obra:						3.28

Costo Directo Total: 22.44

COSTOS INDIRECTOS

18 % 5.03

Precio Unitario Total	27.47
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,007
Código: 503004
Descrip.: Relleno compactado con material del sitio
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
105012	Plancha vibratoria	hora	1.0000	4.50	0.5000	2.25
100001	Equipo menor	Hora	1.0000	0.40	0.5000	0.20
Subtotal de Equipo:						2.45

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200015	Agua	lt	2.0000	0.01		0.02
Subtotal de Materiales:						0.02

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		2.0000	3.62	0.5000	3.62
400005	Tecnico obras civiles		1.0000	3.86	0.1000	0.39
Subtotal de Mano de Obra:						4.01

Costo Directo Total: 6.48

COSTOS INDIRECTOS

18 % 1.30

Precio Unitario Total	7.78
-----------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

1-dic-21

Item: 2,008
Código: 503001
Descrip.: Hormigon simple f'c=210 kg/cm2 en terrazas
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
105013	Concreto un saco	hora	1.0000	3.15	0.9000	2.84
102001	Herramientas varias	Hora	5.0000	0.40	0.9000	1.80
Subtotal de Equipo:						4.64

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
209001	Cemento Portland Tipo 1 puesto en obra	saco	7.5000	7.50		56.25
208009	Arena puesta en obra	m3	0.6000	20.00		12.00
202005	Agua	lt	180.0000	0.01		1.80
203002	Grava puesta en obra	m3	1.0000	19.50		19.50
Subtotal de Materiales:						89.55

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		6.0000	3.62	0.9000	19.55
405001	Chofer: Tanqueros (Estr.Oc.C1)		1.0000	3.86	0.9000	3.47
Tecnico de obras civiles						23.02

Costo Directo Total: 112.57

COSTOS INDIRECTOS

18 % 17.89

Precio Unitario Total	130.46
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,009
Código: 503001
Descrip.: Geotextin NT1600 Suministro e Instalacion
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramientas varias	hora	1.0000	0.40	0.0020	0.00
Subtotal de Equipo:						0.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200026	Geotextin NT1600	m2	1.2000	1.50		1.80
Subtotal de Equipo:						1.80

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		2.0000	3.62	0.0200	0.14
404001	Tecnico obras civiles		1.0000	3.86	0.0022	0.01
Subtotal de Mano de Obra:						0.15

Costo Directo Total: 1.95

COSTOS INDIRECTOS

18 % 0.35

Precio Unitario Total	2.30
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,010
Código: 503001
Descrip.: Suministro y montaje de neumaticos
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramientas varias	hora	1.0000	0.40	0.1000	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
203002	Cuerda de propileno	lb	4.0000	1.05		4.20
Subtotal de Materiales:						4.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		4.0000	3.62	0.1000	1.45
405001	Chofer: Tanqueros (Estr.Oc.C1)		1.0000	5.31	0.0500	0.27
Subtotal de Mano de Obra:						1.71

Costo Directo Total: 5.95

COSTOS INDIRECTOS

18 % 1.01

Precio Unitario Total	6.96
------------------------------------	-------------

