

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“Resistencia mecánica, de una biomalla tejida con fibra de hoja de palmera y semillas de grass, con fines de estabilización de taludes.”

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Carbajal Davila, Jorge Jhonatan

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote – Perú

2018

PALABRAS CLAVES:

Tema	Biomalla
Especialidad	Ingeniería de la construcción

KEYWORDS:

Theme	Biomesh
Speciality	Construction engineering

LINEA DE INVESTIGACION:

Código	Línea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y tecnología
2.1	Ingeniería civil

Resistencia mecánica, de una biomalla tejida con fibra de hoja de palmera y semillas de grass, con fines de estabilización de taludes.

Resumen

Esta investigación buscó elaborar una Bio-Malla tejida con fibras de hojas de palmera y semillas de grass en la que se comprobó su resistencia mecánica para el control de la estabilidad de taludes de los alrededores de la zona urbana del distrito de Cambio Puente, se usó la palmera como materia prima ya que aparece como uno de los mayores centros de riqueza y diversidad en Sur América el cual nos permite estar abastecidos de esta material, en este caso, las bio-mallas que son materiales que previenen la erosión de los terrenos, se fabricaron a partir de compuestos naturales como la fibra de hoja de palmera cuya principal función es la de aportar soluciones en dichos taludes. Se trata de un elemento 100% biodegradable el cual tiene ventajas que se conocieron con su aplicación; la metodología es de tipo Descriptiva con una propuesta de estabilización de un talud con diseño No experimental, transversal y descriptivo, esta bio-malla se tejió de manera artesanal y contiene semillas de grass para dar estabilidad al talud.

Abstract

This research sought to elaborate a Bio-Mesh woven with fibers of palm leaves and grass seeds in which its mechanical resistance was verified for the control of the slope stability of the surroundings of the urban area of the Cambio Puente district, it was used the palm tree as raw material since it appears as one of the greatest centers of wealth and diversity in South America which allows us to be supplied with this material, in this case, the bio-meshes that are materials that prevent the erosion of the land, They were made from natural compounds such as palm leaf fiber whose main function is to provide solutions on these slopes. It is a 100% biodegradable element which has advantages that were known with its application; the methodology is of a descriptive type with a proposal of stabilization of a slope with design Not experimental, transversal and descriptive, this bio-mesh was woven in an artisanal way and contains grass seeds to give stability to the slope.

INDICE

Contenido	
Palabras clave – Key Words – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Indice	v
I. Introducción	1
II. Metodología	18
III. Resultados	21
IV. Análisis e interpretaciones	32
V. Conclusiones y recomendaciones	39
VI. Agradecimientos	41
VII. Referencias bibliográficas	42
VIII. Anexos y apéndices	43

Lista de tablas

Tabla 1. Límites de tamaño de suelos separados	6
Tabla 2. Tipos y tamaños de suelos	14
Tabla 3. Instrumentos de investigación	19
Tabla 4. Cuadro de muestra 1	21
Tabla 5. Cuadro de muestra 2	23
Tabla 6. Cuadro de muestra 3	25
Tabla 7. Cuadro de muestra 4	27
Tabla 8. Cuadro de muestra 5	29
Tabla 9. Resumen de elongaciones de la cuerda hecha de fibra de hoja de palmera	31
Tabla 10. Resumen de resistencias ultimas de la cuerda hecha de fibra de hoja de palmera	31

Lista de figuras

Figura 1. Capa doble difusa	8
Figura 2. Clasificación de taludes	10
Figura 3. Grafica de muestra 1	22
Figura 4. Grafica de muestra 2	24
Figura 5. Grafica de muestra 3	26
Figura 6. Grafica de muestra 4	28
Figura 7. Grafica de muestra 5	30
Figura 8. Adaptación de la figura 3	33
Figura 9. Adaptación de la figura 4	34
Figura10. Adaptación de la figura 5	35
Figura 11. Adaptación de la figura 6	36
Figura 12. Adaptación de la figura 7	37

I. INTRODUCCION

ANTECEDENTES

Morataya, L. (2011). En su investigación nos dice que el uso de polímeros para fabricar geo sintéticos, permite obtener materiales con alta resistencia a la tensión, utilizados para el refuerzo y estabilización de taludes, controlando así deformaciones en los suelos.

Alvarado, A y Sánchez, D (2010). En su estudio nos hablan sobre la aplicabilidad de los Ecomantos de fibra de coco TRICAL 3300 FC-FP para el control de la erosión en el Desarrollo Urbanístico Hacienda El Encantado determinandose que las características estudiadas del ecomanto 3300 FC-FP corresponde con lo establecido en las normas ASTM D5035, ASTM D5261, ASTM D5199, ASTM D1388; que delimitan las notas técnicas para determinar los ensayos de: tensión y elongación, rigidez, Masa por unidad de área y Espesor.

Martin, M. (2015). Esta publicación nos ofrece un amplio panorama sobre la familia botánica de las Aracaceae o las palmeras, tal como se las conoce habitualmente, enfatizando en el uso particular y generalizado de este recurso en el techado de la vivienda amazónica. Varios temas se derivan del examen de la situación en la que se encuentra este recurso imprescindible en la vivienda tradicional. Podemos resaltar dos de ellos, a saber, la sustitución del tejido de hojas por planchas de calamina, promovida por concretas políticas de Estado, y el hecho simultáneo y relacionado de la degradación ambiental y la pérdida de los conocimientos tradicionales asociados al tejido de los techos.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

Mediante la presente investigación, se buscó una alternativa de materia prima para bio-malla en estabilizar taludes con el fin de economizar los proyectos que no cuenta con recursos para adquirir una bio-malla industrializada.

Los problemas de inestabilidad de los suelos se ven en todo momento cuando se ejecutan cortes de tierra para proyectos, y al ser un evento frecuente he buscado la manera de contribuir a la solución de estos problemas que por lo general ocasionan desastres y accidentes en las carreteras y deslizamientos de suelos.

Anualmente se gastan billones de dólares reconstruyendo taludes, líneas costeras y dragado de canales que han sido degradados severamente por lluvia, escurrimientos de aguas pluviales y depósitos de sedimentos. Usando las bio-malla, se puede prevenir mucha de esta destrucción, así como ahorrar tiempo y dinero considerablemente.

Esta bio-malla impedirá pérdida de valiosa capa vegetal debido a la erosión por viento o por agua proporcionando condiciones excelentes para el crecimiento rápido de una vegetación sana reduciendo la sedimentación de lagos, canales de drenaje y carreteras esto hará que proporcionen protección a largo plazo durante los meses de invierno y reforzara permanentemente la estructura de raíz y tallo de la vegetación

El estudio de los taludes en comunidades rurales del Perú significa en muchos casos estudiar zonas que no se han cartografiado en los últimos años como es el caso de la comunidad donde se ha probado el proyecto. El rápido crecimiento de las familias y el crecimiento de extensión de estas zonas, hace que se pueda llegar a desconocer totalmente la situación en las que se encuentra los suelos en pocos años. Así es que para la realización de este proyecto se ha podido conseguir la teoría precisa que nos muestra la efectividad de la estabilización de la bio-malla.

Por lo tanto, este proyecto está destinado a dar resultados óptimos en cuanto se pruebe.

PROBLEMA:

Realidad problemática nacional

La superficie territorial del Perú es 1 285 215,60 km², cuya superficie continental es 1 280 085,92 km² que representa el 99,60% del total de la superficie nacional;

asimismo, cuenta con una superficie lacustre de 4 996,28 km² (0,39%), y una superficie insular de 133,40 km² (0,01%).

Con una población estimada al 30 de junio de 2013 de 30 millones 475 mil 144 habitantes, la densidad poblacional en el país es de 23,7 hab./km²; siendo mucho mayor en la Provincia Constitucional del Callao (6 686,6 hab./km²) y en los departamentos ubicados en la Costa del país. El departamento de Lima debido al incremento de la población, tiene una densidad poblacional de 274,19 hab./km², es decir, que por cada kilómetro cuadrado de superficie existen 274 habitantes.

En Perú, en los últimos 20 años, se degradó más del 15% del territorio que afectó a casi 11% de la población, principalmente en las regiones de Apurímac, Piura, Lambayeque, Moquegua y Tacna. Si esta tendencia se mantiene, se calcula que al año 2100, el 64% del territorio peruano podría estar afectado por procesos de esta naturaleza. (MINAM 2010). En el Perú la degradación del suelo representa un costo de entre 0,3% y 0,4% como porcentaje del PBI (Banco Mundial 2005).

El nivel de erosión en Perú alcanza 127 945 790 hectáreas de las cuales el 6,4% de la superficie tiene un nivel de erosión severa; la región natural más afectada con este nivel de erosión es la Sierra (4,2%); mientras que, la Selva representa el 0,2%.

Realidad problemática regional:

La región Ancash posee un alto índice de ocurrencia de eventos desastrosos (movimientos en masa detonados por sismos y lluvias). Así mismo la mayor cantidad de “aluviones” ocurridos en el país se han registrado en esta región.

En la Cordillera Blanca son recordados los eventos del siglo pasado los ocurridos el 13 de diciembre de 1941 (4 000 muertes en la ciudad de Huaráz por un aluvión), el del 17/01/1945 en Chavín de Huántar (400 muertos), el de Ranrahirca en 1962 (3000 muertos) y el del 31 de mayo de 1970 en particular que causaron muchas muertes en muchas provincias (se estimó en 69 mil los muertos y más de 140 mil heridos, y de la destrucción de más de 160 mil viviendas correspondieron a Yungay, sepultado la

avalancha y flujo de detritos y, en Huaraz cuyas viviendas se convirtieron en una trampa mortal para 10 mil de sus habitantes), así como en el Callejón de Conchucos numerosos poblados rurales y capitales de provincia, afectados por movimientos en masa.

Flujos y erosión de laderas: Susceptibilidad de muchos materiales a la erosión pluvial que generan huaycos y flujos de lodo. Se incluyen en esta lista los grandes flujos de detritos (aluviones), las avalanchas de roca y detritos.

Caídas y deslizamientos: desprendimientos de rocas y colapsos (derrumbes) tanto en roca como suelo y deslizamientos (rotacionales y traslacionales)

Movimientos complejos: Que agrupa las ocurrencias combinadas de deslizamientos-flujos, derrumbes-flujos, cárcavas-flujos, reptación-deslizamiento u otro movimiento en masa de carácter complejo.

Erosión fluvial e inundaciones y reptaciones: Los dos primeros relacionados a los valles principales y tributarios mayores.

Vuelcos, arenamientos y erosión marina: Estos dos últimos circunscritos a la zona litoral.

Realidad problemática de Chimbote - Cambio Puente:

Así como se explica la realidad problemática en Ancash, la provincia del Santa tiene un buen porcentaje de sus suelos inestables, el cual origina riesgos en la comunidad, sin sumar a esto la sobrepoblación en zonas de riesgo como cerros aledaños de Cambio Puente.

Entonces en la condición de inestabilidad de su suelo, la mayoría de las familias no tienen los recursos para Adquirir Geomallas sintéticas y/o bio mallas industrializadas, esto hace que no se priorice la técnica de estabilización del suelo por el cual optan por construir sin medir este peligro.

En el caso de Taludes existentes en las carreteras se han tenido daños que ocasionaron problemas de tráfico y salud en las zonas de Caceres del Peru y Macate ambos Distritos de la Provincia del Santa. Todos los recorridos hasta llegar a dichos

distritos tienen taludes inestables en las carreteras los que se han tratado de estabilizar con métodos que por alguna razón funcionan.

La deficiencia de estabilidad de estos taludes en la Provincia del Santa se debe al tipo de terreno en que se encuentran dichas fallas como arenas finas y/o tierras húmedas.

FORMULACION DEL PROBLEMA

¿La biomalla elaborada con fibra de hoja de palmera aplicando su resistencia mecánica, estabilizara los taludes en los alrededores de Cambio Puente?

MARCO REFERENCIAL

Suelo:

En el sentido general de ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (Braja, 1999).

Se trata de un conjunto de partículas con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian muchas más rápidamente que en la horizontal (Juárez, 2010).

Tipos de suelo:

Los suelos en general son llamados gravas, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas. Las gravas y arenas se encuentran dentro de los suelos denominados suelos granulares, mientras que los limos y arcillas se denominan suelos cohesivos. A continuación, se muestra los límites de tamaño de suelo separados desarrollados por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y del Transporte (ASSHTO), el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, y la Oficina de Restauración de Estados Unidos (Das, 1999).

Tabla 1. Límites de tamaño de suelos separados.

Tamaño del grano (mm)				
Nombre de la organización	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.006	0.006 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	>2	2 a 0.005	0.005 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de clasificación De suelos (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (es decir, limos y arcillas) <0.075	

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.(BM DAS 1999)

Gravas

Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas.

Arenas

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial. El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla.

Limos

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele

encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas (Roldan, 2009).

Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar (Roldan, 2009).

Arcillas

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados (Roldan, 2009).

Los minerales arcillosos están compuestos de una o dos unidades básicas: tetraedro de sílice y octaedro de alúmina. Cada tetraedro consiste en cuatro átomos de oxígeno que rodean a un átomo de silicio (figura 1a). La combinación de unidades de tetraedros de sílice da una lámina de sílice (figura 1b). Tres átomos de oxígeno en la base de cada tetraedro son compartidos por tetraedros vecinos.

Las unidades octaédricas consisten en seis hidroxilos que rodean un átomo de aluminio (figura 1c), y la combinación de las unidades octaédricas de hidroxilos de aluminio dan una lámina octaédrica, también llamada lámina de gibbsita (figura 1d). En ocasiones el magnesio reemplaza los átomos de aluminio en las unidades octaédricas; en tal caso, la lámina octaédrica se llama lámina de brucita (Das, 1999).

Las partículas de arcilla llevan una carga neta negativa sobre la superficie, resultado de una sustitución isomorfa y de una ruptura en la continuidad de la estructura en sus bordes. Cargas negativas mayores se derivan de superficies específicas mayores. Algunos lugares cargados positivamente ocurren también en los bordes de las partículas.

En arcilla seca, la carga negativa es balanceada por cationes intercambiables, como Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ , que rodean a las partículas mantenidas juntas por atracción electrostática.

Cuando se agrega agua a la arcilla, esos cationes y un pequeño número de aniones flotan alrededor de las partículas de arcilla. A esto se llama capa difusa doble (figura 2a). La concentración de cationes decrece con la distancia desde la superficie de la partícula (figura 3b) (Das, 1999).

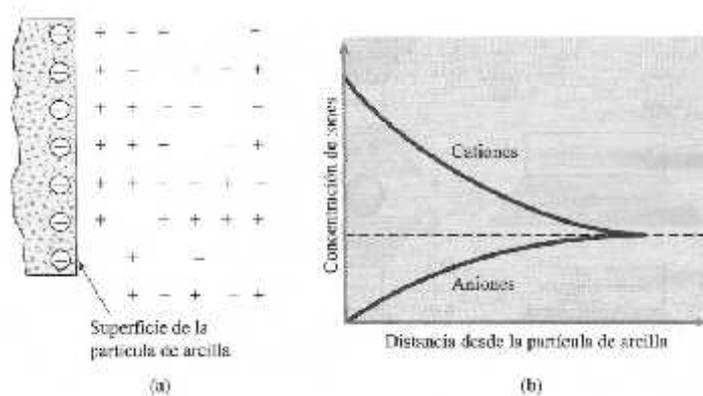


Figura 1: Capa Doble Difusa

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.(BM DAS 1999)

Características de los suelos:

Resistencia:

La falta de resistencia ocurre con mayor frecuencia en los suelos orgánicos. La influencia de la materia orgánica suele tratarse en forma equivocada, pues se recurre a la compactación como una forma de estabilización mecánica para incrementar la resistencia del suelo en algunos casos. Sin embargo, puede obtenerse el resultado requerido mediante la compactación, solo por un corto tiempo, ya que el efecto de degradación de la materia orgánica provocará nuevamente la pérdida de resistencia del suelo en cuestión (Roldan, 2009).

El empleo de mayores intensidades de compactación tampoco favorecerá para obtener valores de resistencia mayores y duraderos. Algunos de los procedimientos más utilizados para elevar la resistencia del suelo son:

- La compactación.
- La vibroflotación.
- La precarga.

- El drenaje.
- Estabilización mecánica con mezcla de otros suelos.
- Estabilización química con cemento, cal, o aditivos líquidos que funcionan como cementantes

Determinación de las propiedades de los suelos:

Conocidas las principales características físico-químicas del suelo, así como su clasificación, corresponde entonces desarrollar procedimientos científicos estandarizados que permitan caracterizarlos en función a dichas propiedades.

Así, tenemos los ensayos que definen las principales propiedades de los suelos:

- Análisis granulométrico: Con el cual se evalúa la distribución de las partículas del suelo según su diámetro.
- Límites de Atterberg: Abarca tanto el límite líquido como el límite plástico, con el primero se determina el porcentaje de agua en el que un suelo pasa del estado semilíquido al plástico, y con el segundo se determina el porcentaje de agua en el que un suelo pasa del estado plástico al semi seco.
- Próctor modificado: Permite determinar el óptimo contenido de humedad en el cual se obtiene la máxima densidad del suelo.
- CBR: Evalúa la resistencia o capacidad de carga del suelo

Estabilidad de talud:

Comportamiento de un talud

Talud:

Un talud o ladera, es una masa de tierra que no es plana, sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. Técnicamente se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural, y talud cuando se conformó artificialmente

Tipos de talud:

Los taludes se pueden agrupar en dos categorías generales: naturales y artificiales, esquematizados en figura 1.

Taludes naturales

Son pendientes naturales de terrenos, no intervenidos por la acción del hombre, su conformación actual tuvo como origen un proceso natural, en general se denominan laderas

Taludes artificiales

Son aquellos cortes o terraplenes que realiza el hombre, modificando el estado natural del terreno, por razones de proyecto

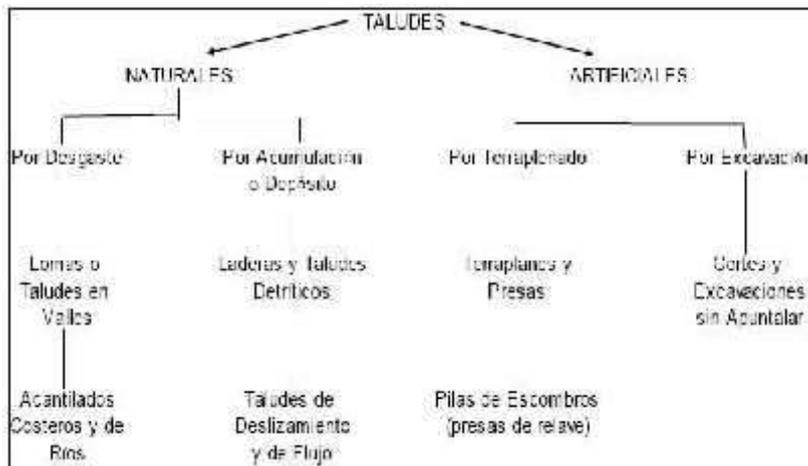


Figura 2. Clasificación de taludes

Fuente: Principios de ingeniería de cimentaciones. (BM DAS)

PARTES DEL TALUD:

En el talud o ladera, se definen los siguientes elementos constitutivos

Altura

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

Pie

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior

Cabeza o escarpe

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior

Altura de nivel freático

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza

Pendiente

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje, o en una relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Existen otros factores topográficos que se requiere definir como lo son: longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud.

Estabilización de suelos:

La estabilización de un suelo es el proceso mediante el cual, se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose una capa de asiento suelo estable y durable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones del clima más severas y por ende asegure geotécnicamente el comportamiento de la explanada (Valle, 2010).

La estabilización del suelo también es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su índice de plasticidad. Las tres formas de lograrlo son: estabilización física, estabilización química y estabilización mecánica.

Para el proceso de estabilización del suelo existente dos opciones de ejecución, mezcla en central o planta móviles y mezclas in situ (Valle, 2010).

Se define un suelo estabilizado “in situ” a la mezcla homogénea y uniforme de un suelo propio en la traza de la carretera, al cual convenientemente compactada, tiene por objeto disminuir la susceptibilidad al agua del suelo o aumentar su resistencia, para su uso en la formación de explanadas (Valle, 2010).

Las propiedades más importantes que se deben mejorar con la estabilización son:

Resistencia: El incremento de resistencia aumenta la estabilidad y la capacidad de carga.

Estabilidad del volumen: Proporciona el control de los procesos de hinchamiento-colapso causados por los cambios de humedad.

Durabilidad: Una mayor durabilidad aumenta la resistencia a la erosión, responde de manera más eficaz a los cambios climáticos y al uso del tráfico.

Permeabilidad: La reducción de la permeabilidad y por lo tanto de la circulación de agua, mejora la estabilidad.

Tipos de estabilización:

Estabilización mecánica:

La estabilización mecánica es una técnica de mejora basada en la mezcla de diversos materiales con propiedades complementarias, de forma que se obtenga un nuevo material de mayor calidad y que cumpla las exigencias requeridas.

Las propiedades a mejorar mediante este tratamiento, son generalmente la plasticidad y/o granulometría; la plasticidad afecta a la susceptibilidad del material al agua y su capacidad drenante; la granulometría incide en la resistencia, trabajabilidad y compactación final de la capa de suelo

Estabilización química:

La estabilización química es un método basado en la mezcla del suelo natural con agentes químicos de manera que se produzca el mejoramiento deseado acorde a las necesidades de la estructura (carretera).

Dentro de éste grupo de estabilización, las sustancias químicas más comunes son: cal y cemento.

Cal: Disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos y es muy económica.

Cemento Portland: Aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas o gravas finas.

Los agentes más utilizados son el cemento Portland, los ligantes asfálticos, y la cal. Es necesario en este punto definir algunos de los términos usados comúnmente en el campo de la estabilización de los suelos.

Cement – stabilized soil (suelo estabilizado con cemento), es una mezcla de agua, suelo y cantidades medidas de cemento Portland, mezclado a fondo y compactado a una alta densidad, seguido de un proceso de curado durante un período determinado, durante el cual se protege de la pérdida de humedad.

Soil cement (Suelo cementado), es un material endurecido obtenido mediante la compactación mecánica de una mezcla de suelo finamente triturado, agua, y una cantidad de cemento Portland que hará a la mezcla cumplir con ciertos requisitos de durabilidad.

Cement – modified Soil (Suelo – cemento modificado), es una mezcla semiendurecida o sin endurecer que contiene agua, cemento Portland, y suelo finamente triturado. Esta mezcla contiene menos cemento que la mezcla de suelo cementado (soil cement).

Plastic soil cement (suelo cementado plástico), es un material endurecido que se obtiene al mezclar suelo finamente triturado, cemento Portland, y una cantidad de agua, de tal manera que en el momento de la mezcla y la colocación, se obtiene una consistencia similar a la de un mortero.

Soil – lime (suelo con cal), es una mezcla de cal, agua, y suelo de grano fino. Si el suelo contiene sílice y alúmina, ocurre una reacción puzolánica, resultando la formación de un material tipo cementante. Los minerales de arcilla, cuarzo, feldespato son todas las posibles fuentes de sílice y alúmina en suelos típicos de grano fino (Garber & Lester, 2009).

De requerirse mejoras en el comportamiento estructural, debe emplearse aditivos en suelos que contengan más de 25% de finos cohesivos. Estos aditivos también deben ser controladores de polvo. En caso que el estabilizador sea líquido soluble en agua se debe tener en cuenta la evaporación, observando la pérdida de humedad en el suelo, su solidificación y el aumento de la cohesión y resistencia.

La efectividad de los agentes estabilizadores debe cumplir con lo indicado en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Tipos y tamaños de suelos.

TIPO DE SUELO	Arcillas Finas	Arcillas Gruesas	Limos finos	Limos Gruesos	Arenas Finas	Arenas Gruesas
Tamaño de partícula (mm)	<0,0006	0,0006 – 0,002	0,002 – 0,01	0,01 – 0,06	0,06 – 0,4	0,4 – 2,0
Estabilidad volumétrica	Muy pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno
CAL	SI	SI	SI			
CEMENTO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ASFALTO					SI	SI

Fuente: Norma Técnica CE 020 Estabilización de suelos y taludes

Materia de investigación:

Palmera:

Las palmeras pertenecen al orden de las angiospermas (plantas que tienen el óvulo protegido en el interior del ovario). Dentro del orden de las angiospermas hay dos grupos diferenciados, las monocotiledóneas y las dicotiledóneas. Dentro del grupo de plantas monocotiledóneas encontramos a las palmeras, aparte de otras plantas como las gramíneas, las bromelias, los ágaves, las cordilines, las yucas, etc. Plantas que por el aspecto similar al de las palmeras en ocasiones hay gente que las incluyen dentro de su mismo grupo erróneamente.

Como hemos dicho, las palmeras son monocotiledóneas, de la familia de las Arecaceae (antes llamadas Palmae) que se incluyen dentro del orden de las Arecales. Actualmente se estima que hay entre 2300 y 2500 especies dentro de unos 189 géneros, pero esto va cambiando a medida que se van descubriendo nuevas especies, o a través de la investigación de algunos científicos que demuestran mediante el ADN que algunas especies que estaban incluidas en otros géneros, no pertenecían a estos.

Tipos de palmera según su hoja:

Pinnada: Este tipo de hojas están divididas en pinnas o foliolos que parten del raquis, dándole un aspecto de pluma o espina de pescado. Los foliolos tienen formas muy variadas

Palmada o Palmeada: Este tipo de hoja tiene una silueta semicircular o circular, en forma de abanico, y dividida en muchos segmentos. Se llama Palmada o Palmeada si la división de los segmentos llega hasta la base en la unión con el Pecíolo, o Palmatífidas si se dividen en parte.

Costapalmada: Este tipo de hoja también está dividida en muchos segmentos, que es como se denominan a las divisiones de estas. En este caso el pecíolo puede desaparecer de forma escarpada en la unión de los segmentos o extenderse en el limbo, la extensión del pecíolo se llama costilla.

Bipinnada: Este tipo de hojas están doblemente divididas, es algo inusual en las palmeras y solo se produce en el género Caryota

Entera: Este tipo de hojas son simples e indivisas. La estructura es similar a la de las hojas pinnadas, y pueden parecer de este tipo en ocasiones cuando son desgarradas por el viento porque lo hacen en puntos predeterminados

Bio malla y geo mallas:

Las geomallas y biomallas son materiales para el control de la erosión que aseguran que los suelos preserven su capacidad de cultivar plantas, reduciendo el daño producido por lluvias y viento, en taludes y terraplenes. Se trata de estructuras dimensionales elaboradas en diferentes polímeros para complementar la tensión en el suelo. La aplicación de geomallas y biomallas favorecen la protección de taludes, laderas o terrenos susceptibles de erosión. Las geomallas son productos elaborados en polipropileno extrusionado y enmarañado que favorece el paso de semillas y agua, las geomallas combinan diferentes tejidos que serán recomendables para cada tipo de suelo. Las biomallas cumplen una función similar a las geomallas pero están fabricadas en materiales totalmente orgánicos y biodegradables como yute, coco o heno.

Geomallas:

Las geomallas de refuerzo son estructuras en red recubiertas con productos que les confieren protección para su utilización en construcciones, están destinadas a aplicaciones de refuerzo y estabilización de suelos. La utilización de geomallas permite distribuir correctamente la carga que transmiten terraplenes, cimentaciones y pavimentos, así como cargas vivas, sobre terrenos de baja capacidad portante. O bien como elementos de refuerzo en muros de contención y taludes reforzados. La geomallas se combinan con geotextiles que facilitan el proceso de instalación. Las geomallas están fabricadas en poliéster, PVA o fibra de vidrio, dependiendo del terreno en el que se va a instalar es recomendable uno u otro producto.

Biomallas:

Las biomantas o biomallas son mantas orgánicas que se caracterizan por poseer estructura plana y ser menor su estructura que los huecos que forma.

Se componen de fibras de paja, yute o coco, las cuales varían el tiempo de descomposición de la malla, así como el precio de la misma.

Funciona ejerciendo tracción en los taludes que se instala, de esta manera permite hacer de sostén o refuerzo estructural.

Están compuestas por materiales orgánicos, por lo que solo deben utilizarse en tratamientos a corto o medio plazo, ya que se degradan con el paso del tiempo.

VARIABLES

Variable Independiente.

Diseño de la Biomalla

Se hizo artesanalmente con las fibras de la hoja de palmera por el método “Torcido”, el que permite la trabajabilidad adecuada, para la elaboración de la biomalla.

Variable Dependiente

Resistencia última a la tensión

Elongación

HIPOTESIS

¿La resistencia mecánica de una biomalla elaborada con fibra de hoja de palmera y semillas de grass, lograra estabilizar los taludes de los alrededores del Distrito de Cambio Puente?

OBJETIVOS:

GENERAL

Elaborar una biomalla tejida con fibras de hojas de palmera y semillas de grass para el control de la estabilidad de taludes de los alrededores del distrito de cambio puente.

ESPECIFICOS

- Determinar características físicas y mecánicas de la biomalla tejida con fibras de hojas de palmera.
- Elaborar una propuesta de diseño de una biomalla tejida con fibras de hojas de palmera.
- Identificar una zona en los alrededores de Cambio Puente, donde necesite ser reforzado con una biomalla tejida con fibras de hojas de palmera
- Determinar características físicas del lugar donde se necesite ser reforzado con una biomalla tejida con fibras de hojas de palmera
- Determinar un intervalo de confianza para la fuerza y deformación para una biomalla tejida con fibras de hojas de palmera

II. METODOLOGIA DE TRABAJO

Para el desarrollo del proyecto, el tipo de investigación, se seleccionó en función a los objetivos específicos; partiendo de esta consideración, la modalidad de que la investigación aplica para el desarrollo de este estudio.

En el caso del presente trabajo, se ha determinado que la investigación es de tipo Descriptiva y con una propuesta de Bio malla para Estabilizar taludes en el distrito de Cambio Puente.

DISEÑOS Y CARACTERISTICAS TIPICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL:

El diseño se estableció teniendo en cuenta los indicadores definidos en el cuadro de operacionalización de variables, establecidos para cada objetivo específico. En este caso el diseño de investigación es No Experimental Transversal y descriptivo.

Variables:

Variables Independientes:

Diseño de la biomalla

Variables Dependientes:

Resistencia ultima a la tensión

Elongacion

POBLACION Y MUESTRA:

Poblacion:

La población de esta investigación, comprende el ensayo de tensión ultima y elongacion de una cuerda de la que estará hecha la biomalla.

Muestra:

Para realizar los ensayos respectivos del presente estudio, se utilizó 0.15 m de cuerda para cada ensayo

Respecto al material proveniente de la fibra de la hoja de palmera se utilizó 2 kilos por 1m de cuerda

Técnicas e instrumentos de investigación:

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento
La Observación científica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guía de observación resumen ✓ Fichas técnicas de las pruebas de laboratorio

Tabla 3. Instrumentos de Investigacion

Fuente:Elaboracion propia

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación No-Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: la observación científica. (Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la tensión a medida que llegue a su tensión ultima y comportamiento de la fibra que se utilizara en nuestro diseño de biomalla.

Teniendo en cuenta así que la materia prima a utilizarse en nuestro diseño de biomalla requiere ser evaluado por una serie de ensayos son estos los que determinan si la materia prima es buena para nuestra malla a utilizar, por ello se debe tener en cuenta los siguientes ensayos:

Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Resistencia ultima a la tension
- Elongacion

PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS:

- Pedir permiso y coordinar con los técnicos de laboratorio Mecánica de suelos para facilitar el acceso a dicho establecimiento.
- Recolectar y almacenar la materia prima (Hojas de Palmera)

- Aplicaré un registro de apuntes, mediante fotografía, fichas de registro para ver el desarrollo del tejido y elaboración de la biomalla
- Ejecutare los ensayos requeridos para probar la elongacion y tensión ultima de la biomalla
- Con los datos obtenidos realizare cuadros que me ayudaran a ver los resultados.
- Estabilizar de manera teórica un suelo de los alrededores del distrito de Cambio Puente.

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION:

El proceso de los datos se realizó con el apoyo de los programas Word, SPSS y Excel.

Se aplicaron los métodos estadísticos donde realizaremos la descripción, análisis e interpretación de los datos. Se utilizaron tablas de distribución de frecuencia, gráficos estadísticos (curva de eficacia)

Se aplicaron métodos inferenciales como es la prueba de hipótesis de la comprobación de propiedades de la hoja de palmera, para poder comprobar si se cumple la hipótesis propuesta para esto se hallarán la media tensión y resistencia de la fibra de la hoja de palmera.

III. RESULTADOS

- Muestra de cuerda hecha de fibra de hoja de palmera 1:

Tabla 4. Cuadro de muestra 1

muestra 1						
carga (lb)		deformacion (mm*10-3)	cuerda		Resist. Tension	
lb	kg		long (Cm)	Diam (Cm)	Kg/Cm2	KN/m2
2.50	1.13	22	15	0.5	0.10	9.44
5.00	2.27	101	15	0.5	0.19	18.88
7.50	3.40	205	15	0.5	0.29	28.32
10.00	4.54	288	15	0.5	0.39	37.76
12.50	5.67	360	15	0.5	0.48	47.20
15.00	6.80	435	15	0.5	0.58	56.64
17.50	7.94	493	15	0.5	0.67	66.08
20.00	9.07	554	15	0.5	0.77	75.51
22.50	10.21	612	15	0.5	0.87	84.95
25.00	11.34	668	15	0.5	0.96	94.39
27.50	12.47	792	15	0.5	1.06	103.83
30.00	13.61	888	15	0.5	1.16	113.27
32.50	14.74	951	15	0.5	1.25	122.71
35.00	15.88	1010	15	0.5	1.35	132.15
37.50	17.01	1075	15	0.5	1.44	141.59
40.00	18.14	1140	15	0.5	1.54	151.03
41.00	18.60	1190	15	0.5	1.58	154.81

Fuente: Elaboracion propia

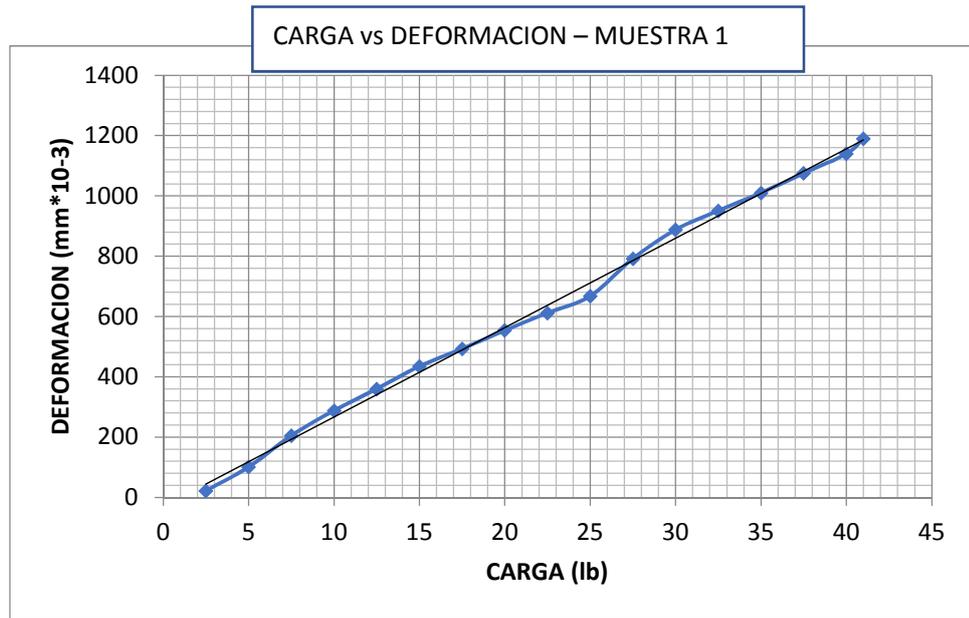


Figura 3. Grafica de muestra 1

Fuente: Elaboración propia

- Muestra de cuerda hecha de fibra de hoja de palmera 2:

Tabla5. Cuadro de muestra 2

muestra 2						
carga (lb)		deformacion (mm*10-3)	Cuerda		Resist. Tension	
lb	kg		long (Cm)	Diam (Cm)	Kg/Cm2	KN/m2
2.5	1.13	119	15	0.5	0.10	9.44
5	2.27	167	15	0.5	0.19	18.88
7.5	3.40	197	15	0.5	0.29	28.32
10	4.54	216	15	0.5	0.39	37.76
12.5	5.67	234	15	0.5	0.48	47.20
15	6.80	253	15	0.5	0.58	56.64
17.5	7.94	266	15	0.5	0.67	66.08
20	9.07	283	15	0.5	0.77	75.51
22.5	10.21	298	15	0.5	0.87	84.95
25	11.34	324	15	0.5	0.96	94.39
27.5	12.47	361	15	0.5	1.06	103.83
30	13.61	382	15	0.5	1.16	113.27
32.5	14.74	403	15	0.5	1.25	122.71
35	15.88	419	15	0.5	1.35	132.15
37.5	17.01	436	15	0.5	1.44	141.59
40	18.14	457	15	0.5	1.54	151.03
42.5	19.28	480	15	0.5	1.64	160.47
45	20.41	497	15	0.5	1.73	169.91
47.5	21.55	519	15	0.5	1.83	179.35
50	22.68	550	15	0.5	1.93	188.79
52.5	23.81	585	15	0.5	2.02	198.23
55	24.95	611	15	0.5	2.12	207.67
57.5	26.08	632	15	0.5	2.21	217.11
60	27.22	665	15	0.5	2.31	226.54
61.5	27.90	695	15	0.5	2.37	232.21

Fuente: Elaboracion propia

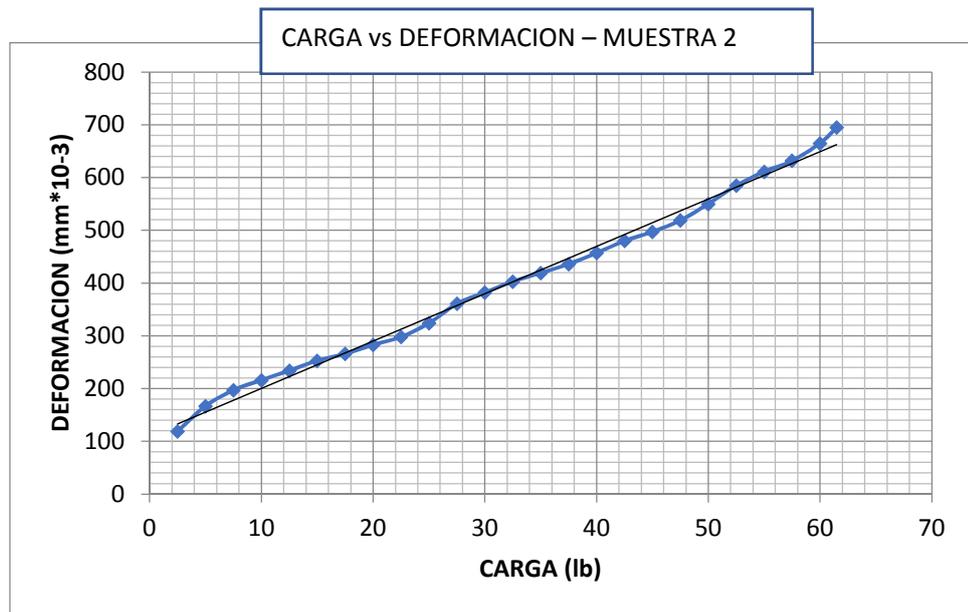


Figura 4. Grafica de muestra 2

Fuente: Elaboracion propia

- Muestra de cuerda hecha de fibra de hoja de palmera 3:

Tabla 6. Cuadro de muestra 3

muestra 3						
carga (lb)		deformacion (mm*10-3)	Cuerda		Resist. Tension	
lb	kg		long (Cm)	Diam (Cm)	Kg/Cm2	KN/m2
2.5	1.13	13	15	0.5	0.10	9.44
5	2.27	23	15	0.5	0.19	18.88
7.5	3.40	40	15	0.5	0.29	28.32
10	4.54	50	15	0.5	0.39	37.76
12.5	5.67	60	15	0.5	0.48	47.20
15	6.80	70	15	0.5	0.58	56.64
17.5	7.94	80	15	0.5	0.67	66.08
20	9.07	90	15	0.5	0.77	75.51
22.5	10.21	99	15	0.5	0.87	84.95
25	11.34	116	15	0.5	0.96	94.39
27.5	12.47	141	15	0.5	1.06	103.83
30	13.61	166	15	0.5	1.16	113.27
32.5	14.74	181	15	0.5	1.25	122.71
35	15.88	196	15	0.5	1.35	132.15
37.5	17.01	212	15	0.5	1.44	141.59
40	18.14	225	15	0.5	1.54	151.03
42.5	19.28	240	15	0.5	1.64	160.47
45	20.41	255	15	0.5	1.73	169.91
47.5	21.55	295	15	0.5	1.83	179.35
50	22.68	318	15	0.5	1.93	188.79
52.5	23.81	343	15	0.5	2.02	198.23
55	24.95	367	15	0.5	2.12	207.67
57.5	26.08	387	15	0.5	2.21	217.11
60	27.22	410	15	0.5	2.31	226.54
62.5	28.35	427	15	0.5	2.41	235.98
65	29.48	440	15	0.5	2.50	245.42
67.5	30.62	453	15	0.5	2.60	254.86
70	31.75	466	15	0.5	2.70	264.30
70.5	31.98	480	15	0.5	2.71	266.19

Fuente: Elaboración propia

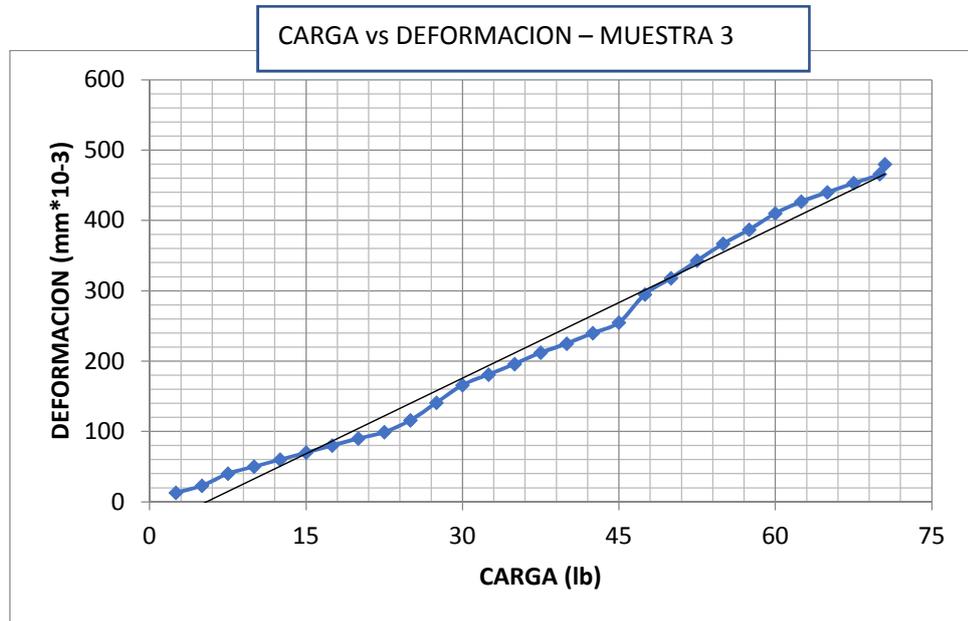


Figura 5. Grafica de muestra 3

Fuente: Elaboracion propia

- Muestra de cuerda hecha de fibra de hoja de palmera 4:

Tabla 7. Cuadro de muestra 4

muestra 4						
carga (lb)		deformacion (mm*10-3)	Cuerda		Resist. Tension	
lb	kg		long (Cm)	Diam (Cm)	Kg/Cm2	KN/m2
2.5	1.13	31	15	0.5	0.10	9.44
5	2.27	54	15	0.5	0.19	18.88
7.5	3.40	73	15	0.5	0.29	28.32
10	4.54	89	15	0.5	0.39	37.76
12.5	5.67	106	15	0.5	0.48	47.20
15	6.80	123	15	0.5	0.58	56.64
17.5	7.94	139	15	0.5	0.67	66.08
20	9.07	153	15	0.5	0.77	75.51
22.5	10.21	186	15	0.5	0.87	84.95
25	11.34	224	15	0.5	0.96	94.39
27.5	12.47	250	15	0.5	1.06	103.83
30	13.61	269	15	0.5	1.16	113.27
32.5	14.74	285	15	0.5	1.25	122.71
35	15.88	299	15	0.5	1.35	132.15
37.5	17.01	313	15	0.5	1.44	141.59
40	18.14	331	15	0.5	1.54	151.03
42.5	19.28	350	15	0.5	1.64	160.47
45	20.41	378	15	0.5	1.73	169.91
47.5	21.55	422	15	0.5	1.83	179.35
50	22.68	444	15	0.5	1.93	188.79
51	23.13	510	15	0.5	1.96	192.56

Fuente: Elaboración propia

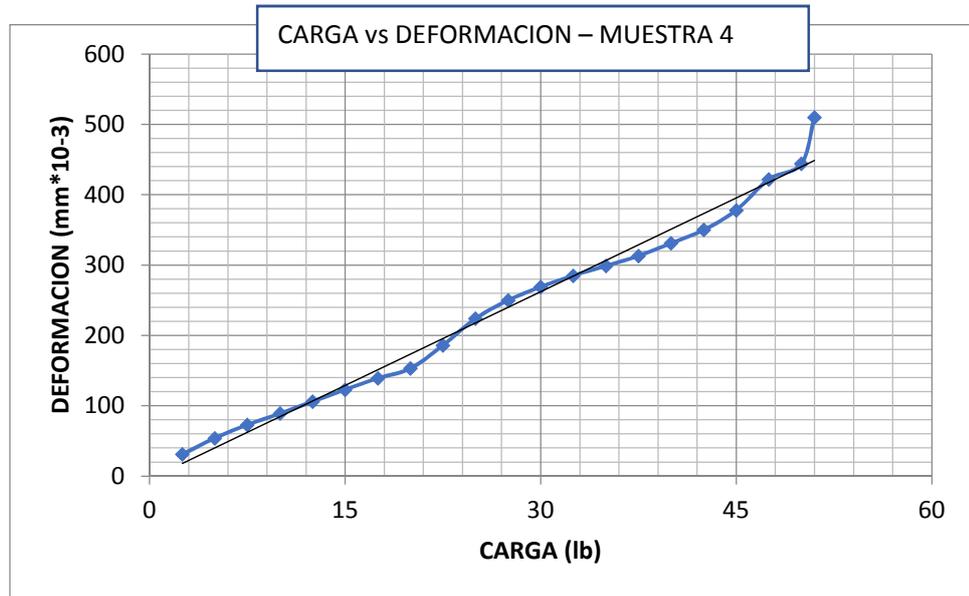


Figura 6. Grafica de muestra 4

Fuente: Elaboracion propia

- Muestra de cuerda hecha de fibra de hoja de palmera 5:

Tabla8. Cuadro de muestra 5

muestra 5						
carga (lb)		deformacion (mm*10-3)	Cuerda		Resist. Tension	
lb	kg		long (Cm)	Diam (Cm)	Kg/Cm2	KN/m2
2.5	1.13	45	15	0.5	0.10	9.44
5	2.27	62	15	0.5	0.19	18.88
7.5	3.40	78	15	0.5	0.29	28.32
10	4.54	92	15	0.5	0.39	37.76
12.5	5.67	109	15	0.5	0.48	47.20
15	6.80	125	15	0.5	0.58	56.64
17.5	7.94	138	15	0.5	0.67	66.08
20	9.07	154	15	0.5	0.77	75.51
22.5	10.21	169	15	0.5	0.87	84.95
25	11.34	202	15	0.5	0.96	94.39
27.5	12.47	242	15	0.5	1.06	103.83
30	13.61	260	15	0.5	1.16	113.27
32.5	14.74	278	15	0.5	1.25	122.71
35	15.88	292	15	0.5	1.35	132.15
37.5	17.01	310	15	0.5	1.44	141.59
40	18.14	329	15	0.5	1.54	151.03
42.5	19.28	353	15	0.5	1.64	160.47
45	20.41	380	15	0.5	1.73	169.91
47.5	21.55	403	15	0.5	1.83	179.35
50	22.68	432	15	0.5	1.93	188.79
52.5	23.81	483	15	0.5	2.02	198.23
55	24.95	510	15	0.5	2.12	207.67
56	25.40	529	15	0.5	2.16	211.44

Fuente: Elaboración propia

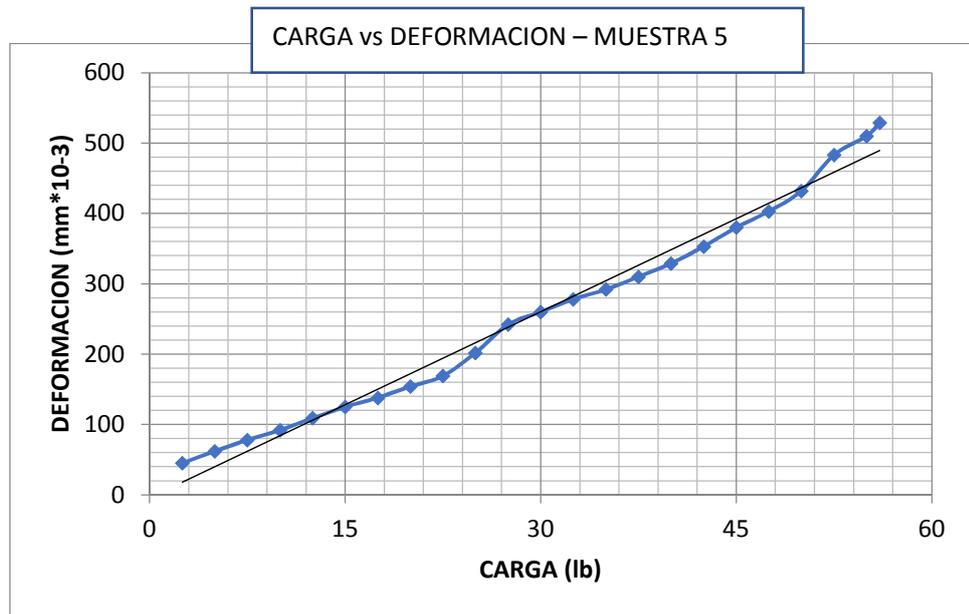


Figura 7. Grafica de muestra 5

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 9. Resumen de elongaciones de la cuerda hecha de fibra de hoja de palmera

Muestra	Carga de ruptura		Deformación	
	Lb	Kg	mm*10-3	mm
1	41	18.60	1190	1.19
2	61.5	27.90	695	0.695
3	70.5	31.98	480	0.48
4	51	23.13	510	0.51
5	56	25.40	529	0.529

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resumen de resistencias ultimas de la cuerda hecha de fibra de hoja de palmera

Muestra	Carga Maxima (Kg)	Cuerda		Resist. Tension	
		long (Cm)	Diam (Cm)	Kg/Cm2	KN/m2
1	18.60	15	0.5	1.579	154.81
2	27.90	15	0.5	2.368	232.21
3	31.98	15	0.5	2.714	266.19
4	23.13	15	0.5	1.964	192.56
5	25.40	15	0.5	2.156	211.44

Fuente: Elaboración propia

IV. ANALISIS E INTERPRETACION

En este capítulo analizamos e interpretamos la información proporcionada por el laboratorio de suelos en base a tablas que contienen los resultados de los cuales se hace una representación gráfica de los datos que permite presentar mejor y con más eficacia los resultados

Percepcion de las biomallas en la estabilizacion

La inestabilidad de los suelos se ve en todo momento cuando se ejecutan cortes de tierra y al ser un evento frecuente busque la manera de contribuir a la solución de estos problemas que por lo general ocasionan desastres y accidentes en las carreteras y deslizamientos de suelos.

La función de la bio-malla es generar estabilidad de los taludes y economizar los proyectos dando como alternativa este nuevo material en la industria.

La fibra de hoja de palmera

La hoja de la Palmera usado para esta investigación es de tipo abanico, y al estudiar esta hoja resulto que este es manejable como fibra y se pudo elaborar la cuerda con la que se trabajó la biomalla; esta fibra ha sido sometida a cargas para comprobar su resistencia a la tensión ultima, dando como conclusión resultados óptimos para ser usado como fibra en una biomalla.

Tal como se menciona en los antecedentes para estabilización esta fibra al ser usada como cuerda se elabora una malla la que estabilizara taludes.

Análisis de ensayos

Para el análisis de Ensayos se utiliza el programa de cálculo Excel debido a que es una herramienta que cuenta con amplias capacidades gráficas.

El análisis de datos de esta investigación es de tipo descriptivo en donde se analizarán cada una de las variables estudiadas.

ENSAYO DE DEFORMACION:

- En la figura 3 de progreso de deformación que se realizó a la muestra de cuerda se obtuvo una deformación máxima de $1190\text{mm} \times 10^{-3}$ con una carga máxima de 41lb.

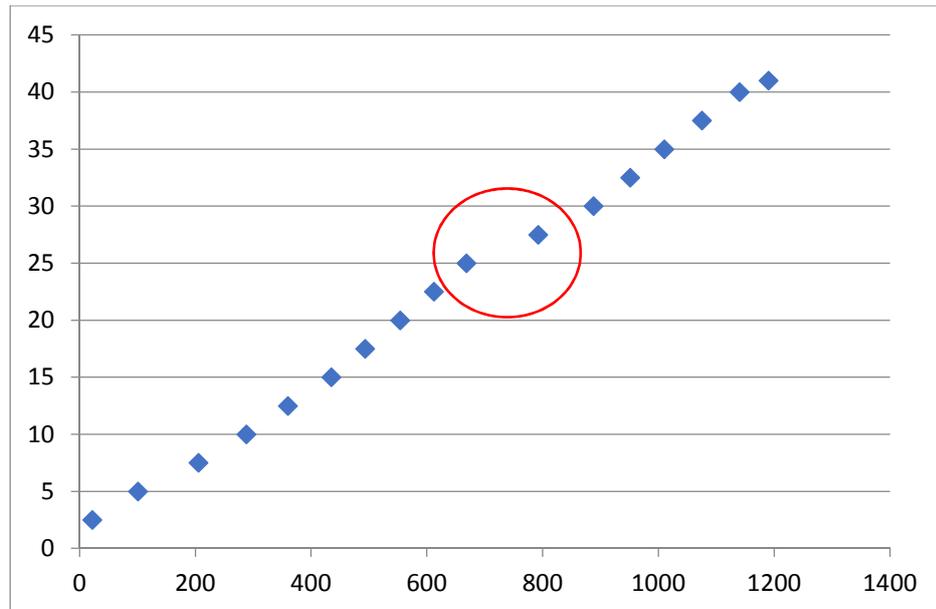


Figura 8. Adaptación de la figura 3

De la misma manera en el Gráfico N°01 se observa que con la carga de 25lb termina el límite elástico con una deformación de $668\text{mm} \times 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

- En la figura 4 de progreso de deformación que se realizó a la muestra de cuerda se obtuvo una deformación máxima de $695\text{mm} \times 10^{-3}$ con una carga máxima de 61.5lb.

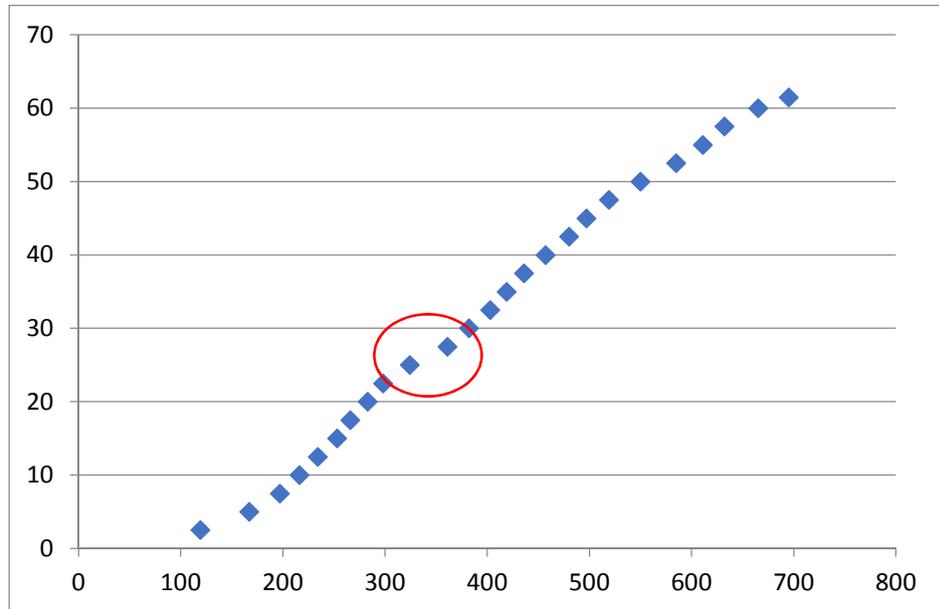


Figura 9. Adaptación de la figura 4

Así mismo se observa que en la Grafica N° 02 con la carga de 25lb termina el límite elástico con una deformación de $324\text{mm} \times 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

- En la figura 5 de progreso de deformación que se realizó a la muestra de cuerda se obtuvo una deformación máxima de $480\text{mm} \times 10^{-3}$ con una carga máxima de 70.5lb .

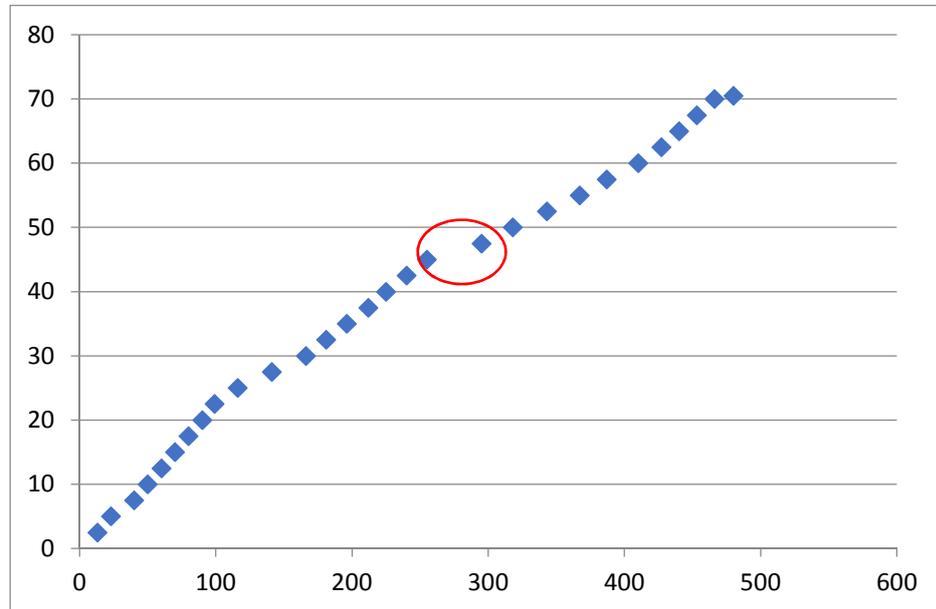


Figura 10. Adaptación de la figura 5

Así también se observa que en la Grafica N° 03 con la carga de 45lb termina el límite elástico con una deformación de $255\text{mm} \times 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

- En la figura 6 de progreso de deformación que se realizó a la muestra de cuerda se obtuvo una deformación máxima de $510\text{mm} \times 10^{-3}$ con una carga máxima de 51lb.

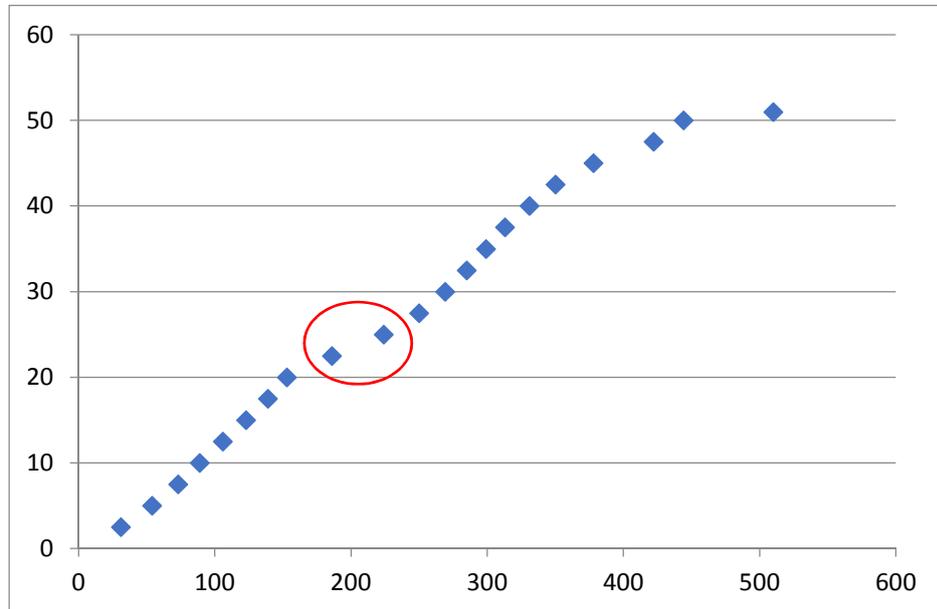


Figura 11. Adaptación de la figura 6

De la misma manera en el Grafico N°04 se observa que con la carga de 22.50lb termina el limite elástico con una deformación de $186\text{mm} \times 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

- En la figura 7 de progreso de deformación que se realizó a la muestra de cuerda se obtuvo una deformación máxima de $529\text{mm} \times 10^{-3}$ con una carga máxima de 56lb.

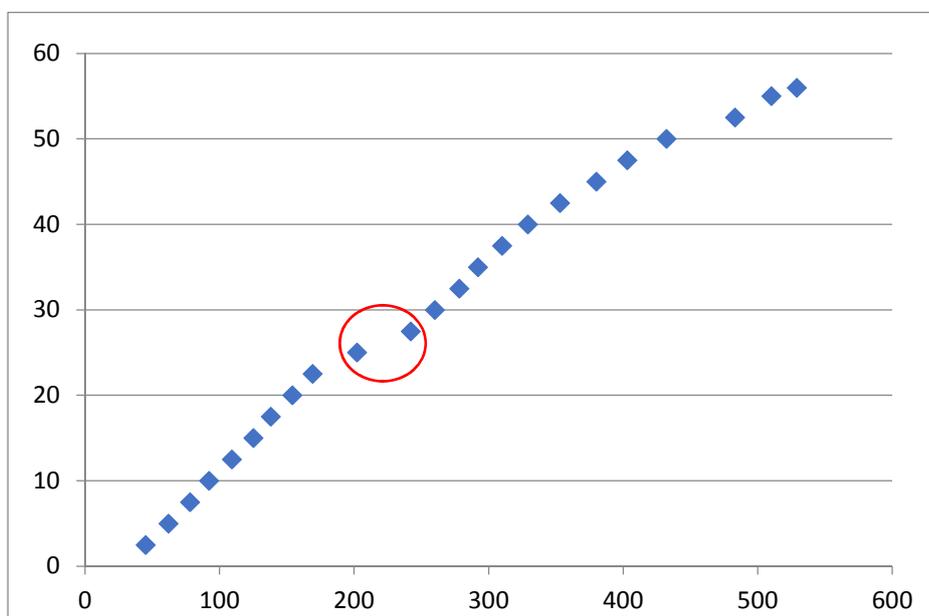


Figura12. Adaptación de la figura7

Así mismo se observa que en la Grafica N° 05 con la carga de 22.50lb termina el límite elástico con una deformación de $169\text{mm} \times 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

- La deformación máxima de la cuerda en todos los ensayos es de $1190\text{mm} \times 10^{-3}$ con una carga máxima aplicada de 41lb, pero la máxima carga aplicada a la cuerda es de 70.5 lb con una deformación de $480\text{mm} \times 10^{-3}$.

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE LA BIOMALLA:

Esta investigación de biomalla se realizó de la siguiente manera:

1. Se hizo la recolección del material ubicando las plantas de palmera de Abanico Mexicanas en la Avenida Pardo del Distrito de Chimbote, porque son las palmeras con mayor predominio en la zona.

2. Para el proceso de deshilachado, se usó un objeto punzante, para convertir las hojas en fibras, de manera más fácil, y su secado sea de manera uniforme.
3. Se dejaron reposar un promedio de 14 días expuestas al sol.
4. Luego del secado, se remojo en agua, una hora, para su trabajabilidad. Se cortó el nudo del tronco, para liberar todas las fibras de la hoja ya deshilachada, de preferencia se escogen las fibras de mayor longitud.
5. Para comenzar con la fabricación artesanal de la cuerda, se utilizaron dos pequeñas estacas de una longitud de 20 cm. Se cogió una porción de fibras de la hoja de palmera que tenga la mitad del diámetro (0.025cm) que se ató a una estaca, la primera persona que manipula la misma, va girando la estaca en sentido horario, mientras una segunda persona cogió el extremo de las cuerdas atadas, y es quien colocó nuevas fibras, para que la cuerda alcance el tamaño deseado. Luego, el extremo suelto de la cuerda se ató a la otra estaca, entonces se cogió las dos estacas con ambas manos, mientras la otra persona separó las cuerdas para que no se junten y se enreden entre sí, la persona con las estacas, las cambió de posición con las manos para que la cuerda comience a enrollarse, mientras la segunda persona estiró la cuerda y las giró en sentido contrario, y así la cuerda va tomando forma, una vez terminado el proceso, se desenredan los extremos de las cuerdas atadas y se les hace un nudo.
6. Para la fabricación de la biomalla, se tomó una cuerda guía, que fue atada de extremo a extremo de manera horizontal, para que en ella fueran introducidas las demás cuerdas con las que se formaran la biomalla, se optó por una cocada de 5cm. Tomando dos cuerdas se les hace un nudo, proceso que se repite, hasta el tamaño final deseado de la biomalla.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los objetivos establecidos en el CAPITULO I de esta investigación y basándonos en los resultados obtenidos del Laboratorio, se concluye que:

- Las características físicas y mecánicas de la biomalla tejida con fibra de hoja de palmera se determinó mediante el ensayo de resistencia ultima, donde la máxima resistencia fue de 266.190 KN/m² con 70.50 lb de carga.
- La deformación máxima alcanzada fue de 1190mmX10⁻³ con una carga de 41 lb y la máxima carga soportada por la biomalla es de 70.50 lb con deformación de 480mmX10⁻³.
- El limite elástico evaluado en la biomalla se da con una carga de 45.00lb es decir que puede soportar dicha carga sin sufrir deformaciones permanentes.
- El limite plástico evaluado empieza con una carga de 47.50lb sufriendo deformaciones permanentes en la biomalla.
- A modo de propuesta se tejió una malla con la fibra de la hoja de palmera y se diseñó una ficha técnica con los datos obtenidos y recopilados.
- Con los datos obtenidos del ensayo a la resistencia ultima de la biomalla se elaboró una propuesta de estabilización en los alrededores del Distrito de Cambio Puente.
- Que, si bien nuestra biomalla no ofrece la resistencia que la geomalla comparada en esta investigación, es una buena alternativa para personas con bajos recursos que no puedan costear un producto industrializado.
- Esta biomalla, para que trabaje de manera más eficiente, debe de ser utilizada en taludes con pendientes suaves.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la elaboración de la biomalla, se determina las siguientes recomendaciones:

- Extender los estudios expuestos en esta tesis para otro tipo de uso de la materia prima descrita en los primeros capítulos.
- Realizar el estudio de Envejecimiento Artificial a la cuerda para conocer la durabilidad de descomposición en la superficie.
- Hacer un estudio de comparación entre biomallas existentes en el mercado con la descrita en esta tesis.
- Aplicar la propuesta de estabilización con la biomalla de fibra de hoja de palmera en los alrededores de Cambio Puente.
- Usar las fibras de hojas de palmera para elaborar cuerdas de manera industrial, para que sus características físicas mejoren en comparación con la hecha artesanalmente.

VI. AGRADECIMIENTOS

A mis Padres:

Jorge Carbajal y Luz Davila, que son los pilares fundamentales de mi vida, con infinito amor y consejos han llenado mi vida de buenos valores, orientándome por el camino del bien y por haberme brindado su apoyo en el transcurso de este trabajo, a lo largo de mi carrera profesional y mi vida, por ser el ejemplo de esfuerzo y abnegación, por la confianza que depositaron en mí y por toda su comprensión.

A Dios:

Porque siempre estuvo y sigue estando en cada momento de nuestras vidas, quien con su fuerza y sabiduría me ha guiado por el buen camino.

A mis padres por haberme amado, comprendido y ayudado a forjar mi camino para ser la persona de bien que siempre anhelaron, muchos de mis logros son gracias a ustedes, incluyendo éste. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis metas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alva, J (2011). “Soluciones Geotecnicas en Estabilidad de Taludes” – [Ponencia de Post Grado] Universidad Nacional de Ingenieria / Facultad de Ingenieria Civil.
- Alvarado, A y Sanchez, D (2010). “estudio de la aplicabilidad de los ecomantos de fibra de coco trical 3300 fc-fp para el cntrol de la erosion en el desarrollo urbanistico hacienda el Encanto”- [Tesis Grado De Titulo] Caracas – Venezuela.
- Cañizal, J (2000). “Obras Geotecnicas-Estabilidad de Taludes” [Ponencia de Post Grado] Universidad de Cantabria.
- Castro, D. (2000).: “Estudio y Analisis de las Membranas Flexibles como Elemento de Soporte para la Estabilizacion de Taludes y Laderas de Suelos y/o Materiales Suelos” [Tesis Doctoral]
- Hikergoer H.G (2014) “La ingeniería de la restauración ambiental debe dar solución a los problemas del terreno, mediante técnicas y medidas estructurales compatibles con el medio ambiente y el paisaje” pp 1-2 extraida el 09/X/2014 desde <http://ingenieriayrestauracionambiental.blogspot.pe/2014/06/definicion-de-biomallas-o-biomantas.html>.
- Lopez, R (2016). “Estabilizacion de Suelos con 5% de Ceniza de Lodo de Papel carretera Centro Poblado de Hongo- Yungay” Universidad San Pedro
- Morataya, L. (2011):”Sistema de tierra armada con geomalla”, [Tesis de Titulacion] Universidad San Carlos de Guatemala.
- Suarez, J (2015) “Sistema de Estabilizacion de taludes” pp 1-45 extraida desde http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase9/estabilizacion_de_taludes.pdf.

VIII. ANEXOS Y APENDICES

PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N°01
Ponemos a secar las hojas de palmera



FOTO N°02
Vemos el progreso del secado



FOTO N°03
Secado de hojas de palmeras sin haber sido deshilachadas



FOTO N°04
Secado de hojas de palmeras ya deshilachadas (secado de manera más rápida)



FOTO N°05
Una hoja de palmera secada y deshilachada



FOTO N°06

Ponendo las fibras de hoja de palmera en agua para su trabajabilidad



FOTO N°07

Se deja reposar 1 hora



FOTO N°08

Pasado el tiempo se procede a cortar el nudo del tronco de las hojas



FOTO N°09

Utilizamos pequeña estaca de donde la primera persona comenzara a girar para fabricar la cuerda



FOTO N°10

Aquí la primera persona gira las fibras atadas al pedazo de madera



FOTO N°11

La segunda persona tiene que coger el otro extremo de la cuerda



FOTO N°12

Aquí observamos que se adicionan fibras nuevas al extremo de la cuerda, para continuar la fabricación de la cuerda



FOTO N°13

Aquí ya se ha terminado de adicionar nuevas fibras mientras la primera persona sigue torciendo



FOTO N°14

Al terminar la longitud de cuerda que se requiere, se ata el extremo suelto, a la otra estaca



FOTO N°15

Se juntan ambos extremos de la cuerda

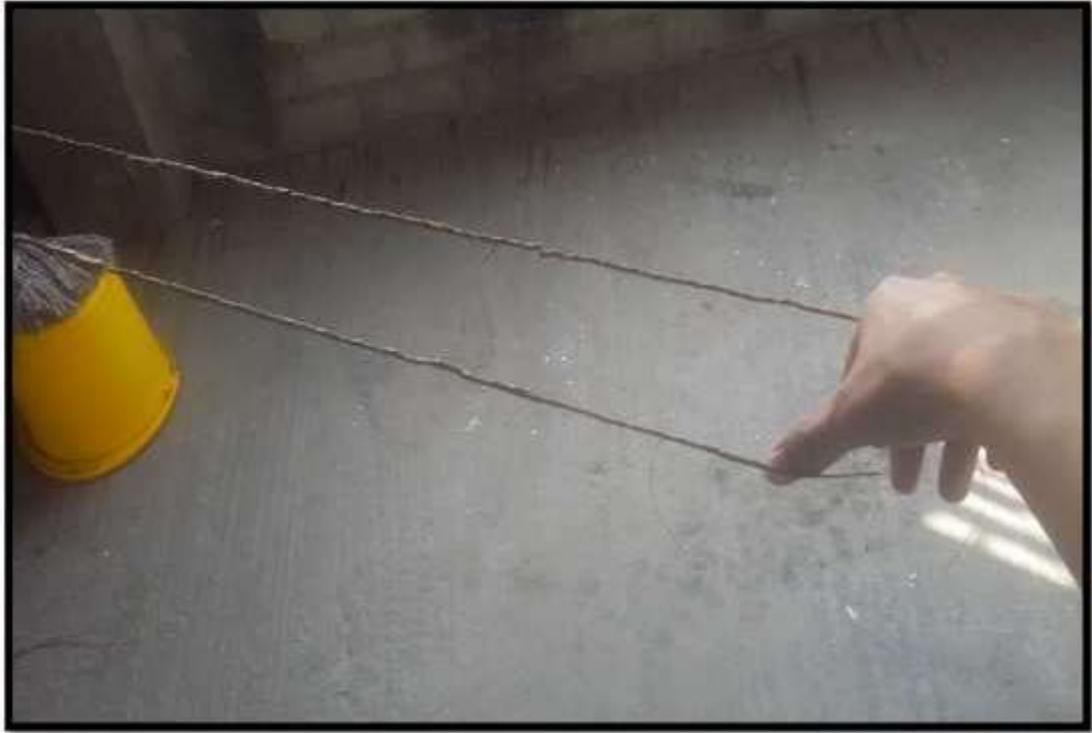


FOTO N°16

El otro extremo se separa para que las fibras no se enreden



FOTO N°17

La persona con los dos extremos de la cuerda cambia de posiciones los mismos, para que se comiencen a enrollar, la otra persona debe girar para el lado contrario.



FOTO N°18

Se sigue con el procedimiento antes mencionado hasta que toda la cuerda haya sido enrollada



FOTO N°19

Como podemos observar, la parte que cuelga, es la cuerda ya terminada, y el resto está en proceso de serlo



FOTO N°20

Parte de la prensa universal en donde se coloca la muestra para ser tensionada



FOTO N°21

Parte de la prensa universal en donde se muestra la carga a la que se somete la muestra



FOTO N°22

Colocando y asegurando la muestra para ser ensayada, a la vez que el contómetro ha sido colocado para medir la elongación



FOTO N°23
Biomalla tejida con fibras de hoja de palmera con cocada de 05 cm



FOTO N°24
Identificando la zona donde se necesita ser reforzada



FOTO N°25
Identificando la zona donde se necesita ser reforzada



FOTO N°26
Comenzando con la excavación de la Calicata N°1



FOTO N°27
Poniendo cintas de seguridad para señalar las calicatas



FOTO N°28
Recogiendo material para sus ensayos en el laboratorio



FOTO N°29
Tamizando la muestra



FOTO N°30
Pesando la muestra



FOTO N°31
Pesando la muestra



FOTO N°32
Pesando la muestra

PROPUESTA DE FICHA TECNICA



BIO-MALLA
TESIS - TITULO

Esta bio-malla impedirá pérdida de valiosa capa vegetal debido a la erosión por viento o por agua proporcionando condiciones excelentes para el crecimiento rápido de una vegetación sana reduciendo la sedimentación de lagos, canales de drenaje y carreteras esto hará que proporcionen protección a largo plazo durante los meses de invierno y reforzará permanentemente la estructura de raíz y tallo de la vegetación

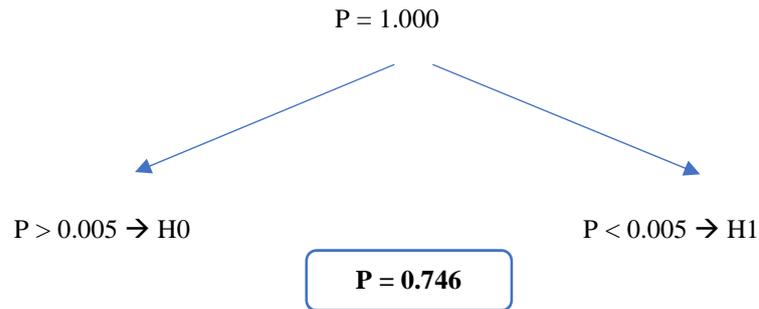
DESCRIPCION	NORMA	VALOR MINIMO	
		DIR. LONG	DIR. TRAN
PROPIEDADES INDICES			
RESISTENCIA A LA TENSION ULTIMA (KN/M2)	TAPPI T 404	266.19	266.19
CAPACIDAD DE CARGA			
DEFORMACION MAXIMA EN EL PUNTO (mm*10-3)	TAPPI T 404	1190	1190
CARGA MAXIMA DE RUPTURA (lb)	TAPPI T 404	70.5	70.5
FISICAS			
TIPO DE MATERIAL	TESISTA	FIBRA DE HOJA DE PALMERA	
TAMAÑO DE ABERTURA (mm)	MEDIDO	50.00	50.00
ESPESOR ENTRE JUNTAS (mm)	MEDIDO	1.50	1.50
ROLLO ANCHO (m)	MEDIDO	1.50	1.50
ROLLO LARGO (m)	MEDIDO	70.00	70.00
PESO POR ROLLO(kg)	MEDIDO		

VALIDEZ ESTADISTICA

Significancia estadística

H0: Los datos son normales

H1: Los datos no son normales



Estimación por intervalos

$$\bar{X} = \begin{cases} \text{Puntual: } U = \bar{X} \\ \text{Intervalico: } \bar{X} - \Delta < U < \bar{X} + \Delta \\ \Delta = \bar{X} - t \frac{s}{\sqrt{n}} < U < \bar{X} + t \frac{s}{\sqrt{n}} \end{cases}$$

- El intervalo para la “Fuerza”:
 $\bar{X} = 56.3 \text{ lb}$

$$43.170 < U < 69.430$$

Con una confianza al 95%.

- El intervalo para al “Deformación”:
 $\bar{X} = 513.96 \text{ mmx } 10^{-3}$

$$362.924 < U < 664.996$$

Con una confianza al 95%.

FICHA TECNICA PARA LA COMPARACION



Geosistemas
PAVCO
INGENIA MEJOR
INGENIERÍA

La presente ficha técnica está vigente a partir de enero de 2012. Geosistemas PAVCO se reserva el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos sin previo aviso. La información aquí contenida se ofrece gratis, es cierta y exacta a nuestro leal saber y entender; no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantía, puesto que las condiciones de uso están fuera de nuestro control.

COLOMBIA: Oficina principal: Autopista Sur N.º 71-75 Bogotá D. C., Colombia • Tels.: (571) 782 5100 • Fax: (571) 782 5013.
Servicio al cliente Bogotá: (571) 782 5100 Exts.: 3301 / 02 / 03 / 04 / 05 • Todo el país: 01 8000 912 286 - 01 8000 972 826.
Medellín: (574) 325 6660 • Cali: (572) 442 3444 • Barranquilla: (575) 375 8100.
E-mail: ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co • www.pavco.com.co
PERÚ: Av. Separadora Industrial 2557, Ate • Tels.: (511) 627 6038 / 39 • Fax: (511) 627 6039 Lima, Perú.
E-mail: geosperu@mexichem.com

ENERO 2012

Mexichem.
SOLUCIONES INTEGRALES



GEOMALLA BIAXIAL COEXTRUIDA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS P-BX11 / P-BX12

Las Geomallas Biaxiales son estructuras bidimensionales de polipropileno, químicamente inertes, producidas mediante un proceso de extrusión, garantizando alta resistencia a la tensión y un alto módulo de elasticidad. Proporciona excelente resistencia frente a posibles daños de instalación y exposición ambiental. Están diseñadas especialmente para estabilización de suelos y aplicaciones de refuerzo.

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	P-BX11 ¹	P-BX12 ¹
Resistencia a la tensión 2% deformación (SL / ST) ²	ASTM D 6637	(4.1 / 6.6) kN/m	(6.0 / 9.0) kN / m
Resistencia a la tensión 5% deformación (SL / ST) ²	ASTM D 6637	(8.5 / 13.4) kN/m	(11.8 / 19.6) kN / m
Resistencia a la tensión pico (SL / ST) ²	ASTM D 6637	(12.4 / 19.0) kN/m	(19.2 / 28.8) kN / m
Eficiencia en los nodos ³	GRI GG2	93%	93%
Rigidez flexural ⁴	ASTM D 1388	250 mg - cm x 1000	750 mg - cm x 1000
Rigidez torsional (J) ⁵	US ARMY COE	3.2 kg - cm / deg	6.5 kg - cm / deg

PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	P-BX11	P-BX12
Tamaño de abertura (SL / ST) ²	Medido	(25 / 33) mm	(25 / 33) mm
Espesor de costillas (SL / ST) ²	ASTM D 1777	(0.76 / 0.76) mm	(1.27 / 1.27) mm
Área abierta	CW 02215	75%	80%
Resistencia a los daños de instalación ⁶	ASTM D 6637	(>90) % SC / %SW / %GP	(>90) % SC / %SW / %GP
Resistencia a la degradación a largo plazo ⁷	ASTM D4355-05	>100%	>100%

PRESENTACIÓN	NORMA	P-BX11	P-BX12
Ancho del rollo	Medido	4.0 m	4.0 m
Longitud del rollo	Medido	75 m	50 m
Área del rollo	Medido	300m ²	200 m ²

NOTAS
1. Valores VMPR (valor mínimo promedio por rollo).
2. SL: sentido longitudinal. ST: sentido transversal.
3. Capacidad de transferencia de carga determinada de acuerdo con la GRI GG2-05 y expresada como un porcentaje de la última resistencia a la tensión.
4. Resistencia a la rigidez flexural determinada de acuerdo con la ASTM-D5372, en los bordes exteriores de las costillas longitudinales (como una "escalera") y la longitud suficiente para permitir mediciones de la rigidez en "voladizo". La rigidez es calculada como la raíz cuadrada del producto de los valores de rigidez flexural en sentidos DM y DT.
5. Resistencia en el plano rotacional de movimiento medida mediante la aplicación de un momento de 20kg-cm en la junta central de una muestra de 9" x 9" restringida en su perímetro de acuerdo con la Metodología del Cuerpo de Ingenieros de USA para medida de Rigidez Torsional.
6. Resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando la muestra es sometida a esfuerzos de instalación mecánica en arena arcillosa y material grueso clasificado como grava pobremente gradada (GP). La muestra debe ser obtenida de acuerdo con la ASTM5818-06 y la capacidad de carga debe ser determinada de acuerdo con la norma ASTM D6637-01.
7. Resistencia a la pérdida de capacidad o integridad estructural cuando la muestra es sometida a 500 horas de luz ultravioleta y condiciones extremas de intemperismo de acuerdo con la ASTM D4355-05.

CAMPOS DE APLICACIÓN

- Refuerzo de suelos blandos.
- Refuerzo de materiales granulares en vías y terraplenes.
- Refuerzo secundario en muros de contención.
- Refuerzo de terraplenes en vías y pistas aéreas.

VENTAJAS

- Aumenta la vida útil de la estructura inicial al utilizarla en los granulares.
- Genera menor impacto ambiental en la explotación de pétreos al reemplazar los granulares.
- Disminuye espesores de granulares al emplearla como refuerzo.

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Industrias Forestales



CONSTANCIA

El que suscribe, Jefe del Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria- La Molina, deja constancia que el Señor **JORGE CARBAJAL DAVILA**, ha realizados en cinco muestras de cuerda hechas con fibras de hoja de palmera de abanico, los ensayos de tensión de su tesis titulada "Resistencia mecánica, de una biomalla tejida con fibra de hoja de palmera y semillas de grass, con fines de estabilización de taludes".

Los ensayos los realizó en la prensa universal de ensayos adecuándose a las Norma TAPPI T404; a una velocidad de 0.1 pulg/mín en muestras de 0.15m de longitud y cuyos resultados experimentales de carga y deformación son los presentados en el cuadro 1.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

La Molina, 27 de marzo de 2017

Ing. Moisés Pascual Acevedo Mallque
Laboratorio de Tecnología de la Madera



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN
 TESIS : RESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA
 Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES
 LUGAR : NVO.CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CALICATA : 1
 FECHA : 26/07/2017

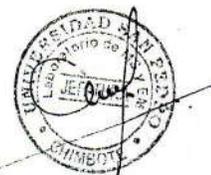
NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

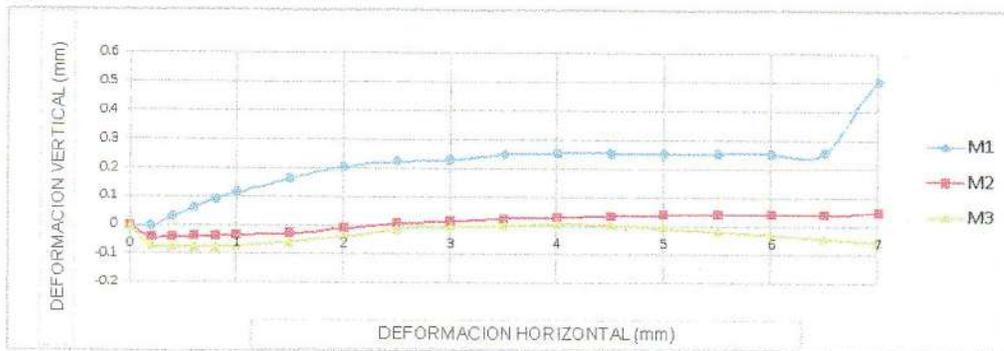
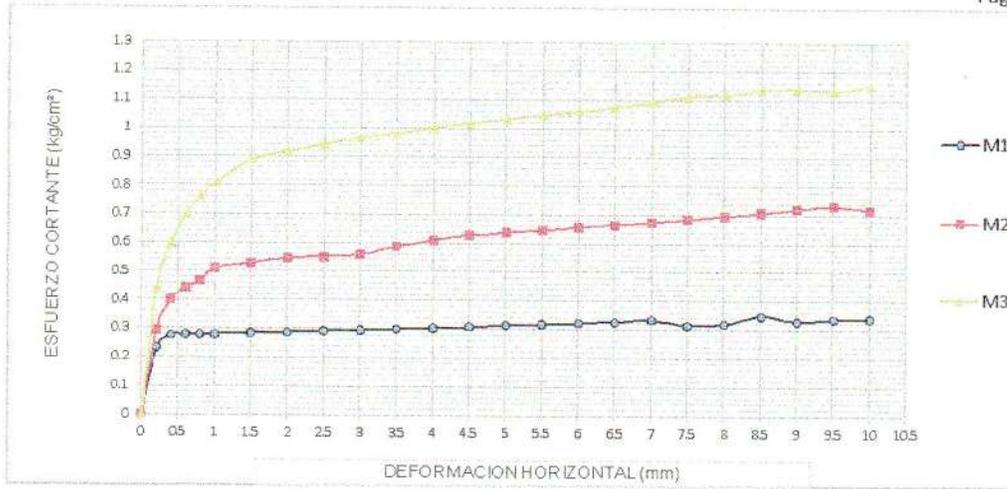
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	87 gr
Peso Unitario Húmedo	1.71 gr/cm ³
Contenido de Humedad	3.6 %
Peso Unitario Seco	1.65 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

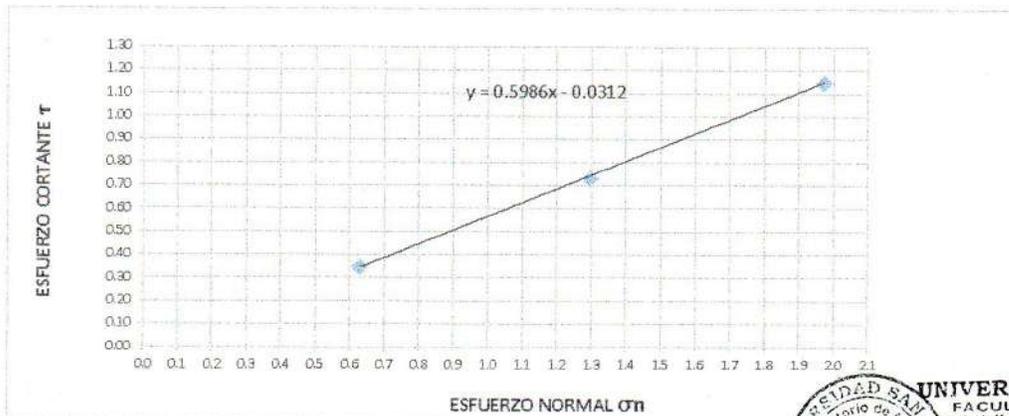
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	Div.		mm			kg			cm ²	kg/cm ²		
0.20	3.427	5	8.55	0.000	-0.04	-0.07	4.7	5.997	8.926	20.17	0.233	0.297	0.443
0.40	4.47	7.5	12.35	0.034	-0.04	-0.07	5.56	8.06	12.06	20.07	0.277	0.402	0.601
0.60	4.47	8.5	14.73	0.066	-0.04	-0.07	5.56	8.884	14.02	19.96	0.279	0.445	0.702
0.80	4.47	9	16.15	0.094	-0.04	-0.07	5.56	9.297	15.2	19.86	0.280	0.468	0.765
1.00	4.47	10	17.1	0.117	-0.03	-0.07	5.56	10.12	15.98	19.76	0.281	0.512	0.809
1.50	4.47	10.3	18.81	0.165	-0.03	-0.06	5.56	10.37	17.39	19.51	0.285	0.531	0.891
2.00	4.47	10.5	19.19	0.208	-0.01	-0.04	5.56	10.53	17.7	19.25	0.289	0.547	0.920
2.50	4.47	10.5	19.48	0.226	0.008	-0.01	5.56	10.53	17.94	19	0.293	0.554	0.944
3.00	4.47	10.5	19.76	0.231	0.018	0.00	5.56	10.53	18.17	18.75	0.297	0.562	0.969
3.50	4.47	11	19.76	0.251	0.025	0.003	5.56	10.95	18.17	18.49	0.301	0.592	0.983
4.00	4.47	11.3	19.95	0.255	0.032	0.007	5.56	11.19	18.33	18.24	0.305	0.614	1.005
4.50	4.47	11.5	19.95	0.255	0.036	0.007	5.56	11.36	18.33	17.99	0.309	0.631	1.019
5.00	4.47	11.5	19.95	0.254	0.041	0.00	5.56	11.36	18.33	17.73	0.314	0.641	1.034
5.50	4.47	11.5	19.95	0.255	0.041	-0.02	5.56	11.36	18.33	17.48	0.318	0.650	1.049
6.00	4.47	11.5	19.95	0.255	0.042	-0.03	5.56	11.36	18.33	17.23	0.323	0.659	1.064
6.50	4.47	11.5	19.95	0.259	0.041	-0.04	5.56	11.36	18.33	16.98	0.327	0.669	1.079
7.00	4.47	11.5	19.95	0.505	0.050	-0.05	5.56	11.36	18.33	16.72	0.333	0.679	1.096
7.50	4.023	11.5	19.95	0.507	0.046	-0.07	5.191	11.36	18.33	16.47	0.315	0.690	1.113
8.00	4.023	11.5	19.76	0.507	0.028	-0.09	5.191	11.36	18.17	16.22	0.320	0.700	1.120
8.50	4.47	11.5	19.76	0.503	0.039	-0.10	5.56	11.36	18.17	15.97	0.348	0.711	1.138
9.00	4.023	11.5	19.48	0.502	0.041	-0.11	5.191	11.36	17.94	15.72	0.330	0.723	1.141
9.50	4.023	11.5	19	0.502	0.034	-0.13	5.191	11.36	17.55	15.47	0.336	0.734	1.134
10.00	4.023	11	19	0.495	0.036	-0.14	5.191	10.95	17.55	15.22	0.341	0.719	1.153
10.50	4.023	11	18.81							14.97			
11.00	4.023	11	18.53							14.72			
11.50	4.023	11	18.05							14.48			





MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm ²)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm ²)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm ²)	0.3480	0.73	1.15

Cohesión	0.000 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	30.90 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN
 TESIS : RESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA
 Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES
 LUGAR : NVO.CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CALICATA : 2
 FECHA : 26/07/2017

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

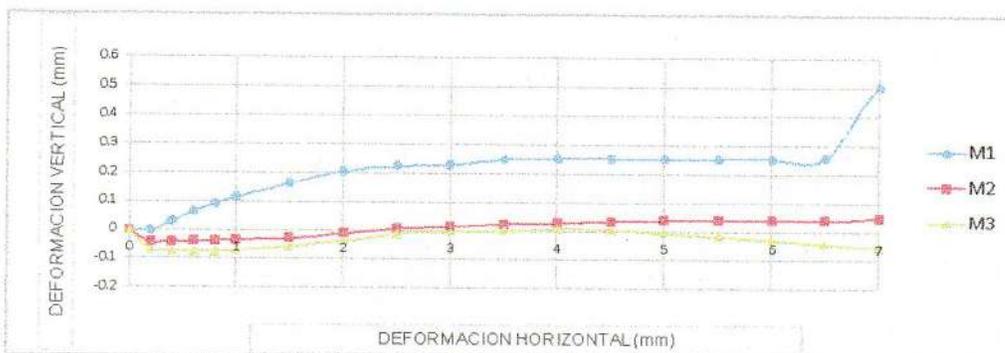
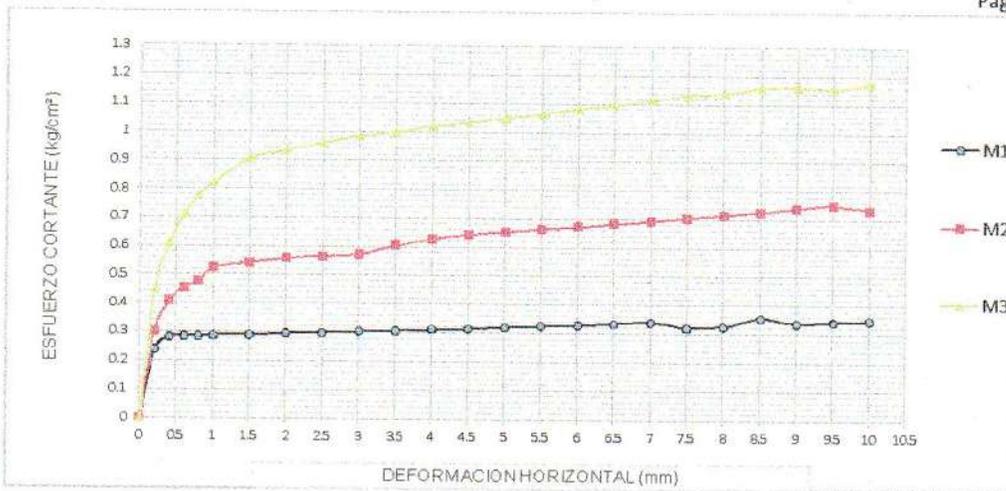
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm ²
Volumen	50.8734 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	88 gr
Peso Unitario Húmedo	1.73 gr/cm ³
Contenido de Humedad	4.3 %
Peso Unitario Seco	1.56 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

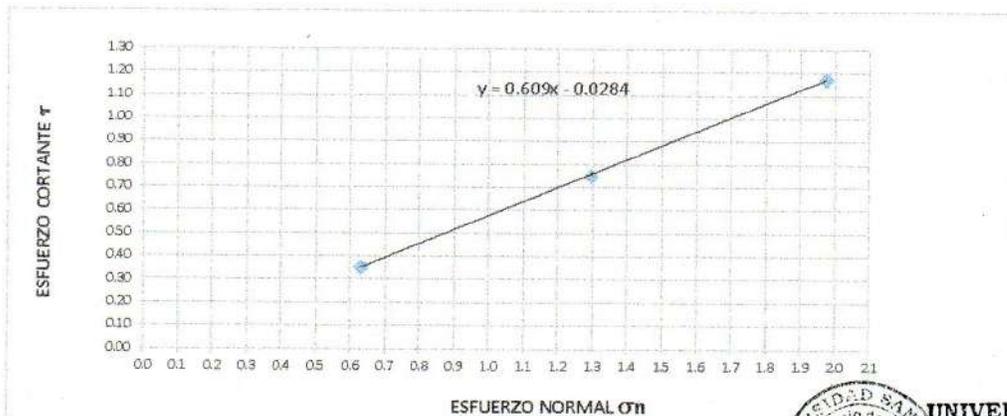
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	Div.			mm			kg			cm ²	kg/cm ²	
0.20	3.542	5.15	8.73	0.000	-0.04	-0.07	4.795	6.121	9.074	20.17	0.238	0.303	0.450
0.40	4.62	7.725	12.61	0.034	-0.04	-0.07	5.684	8.245	12.27	20.07	0.283	0.411	0.612
0.60	4.62	8.755	15.04	0.066	-0.04	-0.07	5.684	9.095	14.28	19.96	0.285	0.456	0.715
0.80	4.62	9.27	16.49	0.094	-0.04	-0.07	5.684	9.52	15.48	19.86	0.286	0.479	0.779
1.00	4.62	10.3	17.46	0.117	-0.03	-0.07	5.684	10.37	16.28	19.76	0.288	0.525	0.824
1.50	4.62	10.61	19.21	0.165	-0.03	-0.06	5.684	10.62	17.72	19.51	0.291	0.545	0.908
2.00	4.62	10.82	19.59	0.208	-0.01	-0.04	5.684	10.79	18.04	19.25	0.295	0.561	0.937
2.50	4.62	10.82	19.89	0.226	0.008	-0.01	5.684	10.79	18.28	19	0.299	0.568	0.962
3.00	4.62	10.82	20.18	0.231	0.018	0.00	5.684	10.79	18.52	18.75	0.303	0.576	0.988
3.50	4.62	11.33	20.18	0.251	0.025	0.003	5.684	11.22	18.52	18.49	0.307	0.607	1.001
4.00	4.62	11.64	20.37	0.255	0.032	0.007	5.684	11.47	18.68	18.24	0.312	0.629	1.024
4.50	4.62	11.85	20.37	0.255	0.036	0.007	5.684	11.64	18.68	17.99	0.316	0.647	1.038
5.00	4.62	11.85	20.37	0.254	0.041	0.00	5.684	11.64	18.68	17.73	0.321	0.657	1.053
5.50	4.62	11.85	20.37	0.255	0.041	-0.02	5.684	11.64	18.68	17.48	0.325	0.666	1.068
6.00	4.62	11.85	20.37	0.255	0.042	-0.03	5.684	11.64	18.68	17.23	0.330	0.676	1.084
6.50	4.62	11.85	20.37	0.259	0.041	-0.04	5.684	11.64	18.68	16.98	0.335	0.686	1.100
7.00	4.62	11.85	20.37	0.505	0.050	-0.05	5.684	11.64	18.68	16.72	0.340	0.696	1.117
7.50	4.158	11.85	20.37	0.507	0.046	-0.07	5.303	11.64	18.68	16.47	0.322	0.707	1.134
8.00	4.158	11.85	20.18	0.507	0.028	-0.09	5.303	11.64	18.52	16.22	0.327	0.718	1.142
8.50	4.62	11.85	20.18	0.503	0.039	-0.10	5.684	11.64	18.52	15.97	0.356	0.729	1.159
9.00	4.158	11.85	19.89	0.502	0.041	-0.11	5.303	11.64	18.28	15.72	0.337	0.741	1.163
9.50	4.158	11.85	19.4	0.502	0.034	-0.13	5.303	11.64	17.88	15.47	0.343	0.753	1.156
10.00	4.158	11.33	19.4	0.495	0.036	-0.14	5.303	11.22	17.88	15.22	0.348	0.737	1.175
10.50	4.158	11.33	19.21							14.97			
11.00	4.158	11.33	18.92							14.72			
11.50	4.158	11.33	18.43							14.48			





MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm ²)	15.97	15.47	15.22
σ_n (kg/cm ²)	0.63	1.29	1.97
τ (kg/cm ²)	0.3560	0.75	1.18

Cohesión	0.002 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	31.34 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN
 TESIS : ESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA
 Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES
 LUGAR : NVO. CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 26/07/2017

Peso Seco Inicial	794.8	gr.
Peso Seco Lavado	705.1	gr.
Peso perdido por lavado	89.7	gr.

CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)		Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Referido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº	(mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 4	4.75	9.1	1.1	1.1	98.9	
Nº 10	2.00	11.9	1.5	2.6	97.4	
Nº 20	0.850	12.5	1.6	4.2	95.8	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 98.9
Nº 30	0.600	2.4	0.3	4.5	95.5	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 11.3
Nº 40	0.425	6.3	0.8	5.3	94.7	D60 (mm) : 0.34
Nº 60	0.250	591.7	74.4	79.8	20.2	D30 (mm) : 0.272
Nº 100	0.150	53.0	6.7	86.4	13.6	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	18.2	2.3	88.7	11.3	Cu
< 200		89.7	11.3	100.0	0.0	Cc
Total		794.8			100.0	

Valor del índice de grupo (IG):	
Clasificación (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).	
Arena mal graduada con limo SP SM	

Limite líquido LL	0
Limite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Inj. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN
 TESIS : ESISTENCIA MECÁNICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES
 LUGAR : NVO. CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 26/07/2017

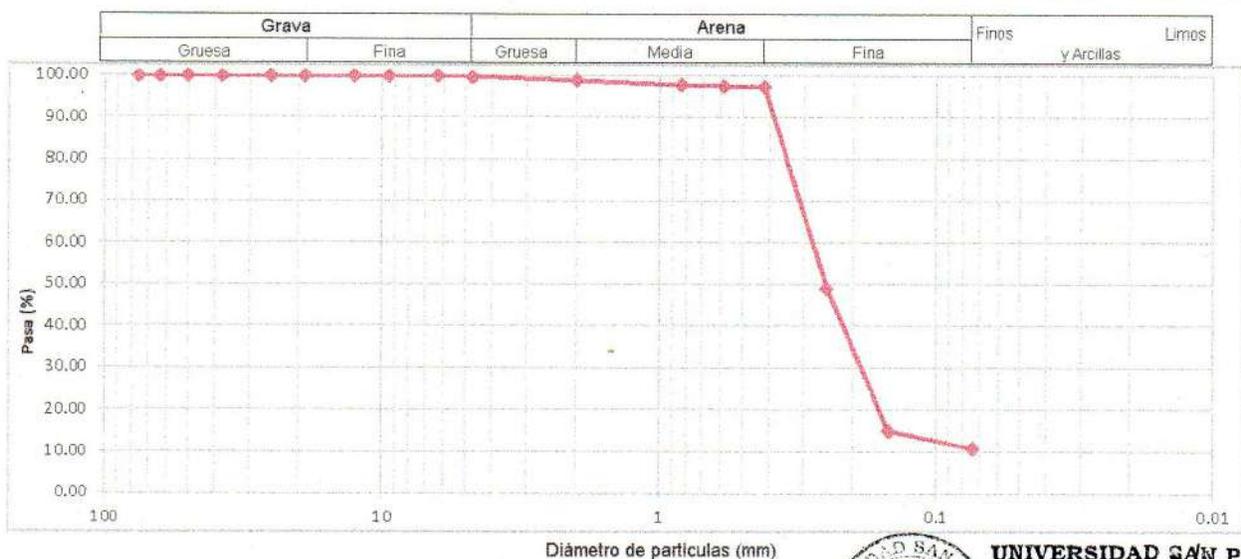
Peso Seco Inicial	837.8	gr.
Peso Seco Lavado	746.1	gr.
Peso perdido por lavado	91.7	gr.

CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)		Peso	Retenido	Retenido	Pasante	Clasificación AASHTO
Nº	(mm)	Retenido(gr.)	Parcial(%)	Acumulado(%)	(%)	
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 4	4.75	1.7	0.2	0.2	99.8	
Nº 10	2.00	6.3	0.8	1.0	99.0	
Nº 20	0.850	8.9	1.1	2.0	98.0	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 99.8
Nº 30	0.600	2.7	0.3	2.3	97.7	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 10.9
Nº 40	0.425	2.3	0.3	2.6	97.4	D60 (mm) : 0.29
Nº 60	0.250	404.4	48.3	50.9	49.1	D30 (mm) : 0.177
Nº 100	0.150	284.5	34.0	84.8	15.2	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	36.3	4.2	89.1	10.9	Cu
< 200		91.7	10.9	100.0	0.0	Cc
Total		837.8			100.0	

Valor del índice de grupo (IG):	
Clasificación (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble).	
Arena mal graduada con limo SP SM	
Limite líquido LL	0
Limite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN		
TESIS	RESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES		
FECHA	25/07/2017	NIVEL FREATICO (m.)	N.P
CALICATA	C - 2	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SP-SM		1.50	E-1		De -0.00-1.50 m. Arena mal graduada de color beige claro Arenas limosas, mezclas de arena y limo., no presenta plasticidad, con gravas pequeñas y textura fina a media, de compacidad semi compacto y en estado ligeramente humedo.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN
TESIS : RESISTENCIA MECÁNICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA
Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
MATERIAL : C-1 Y C-2
LUGAR : NVO CHIMBOTE - SANTA-ANCASH
FECHA : 26/07/2017

ENSAYO N°	C-1	C-2
Peso de tara + MH	1023.80	1081.40
Peso de tara + MS	995.50	1045.50
Peso de tara	200.70	207.70
Peso del agua	28.30	35.90
MS	794.80	837.80
Contenido de humedad (%)	3.56	4.29

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.



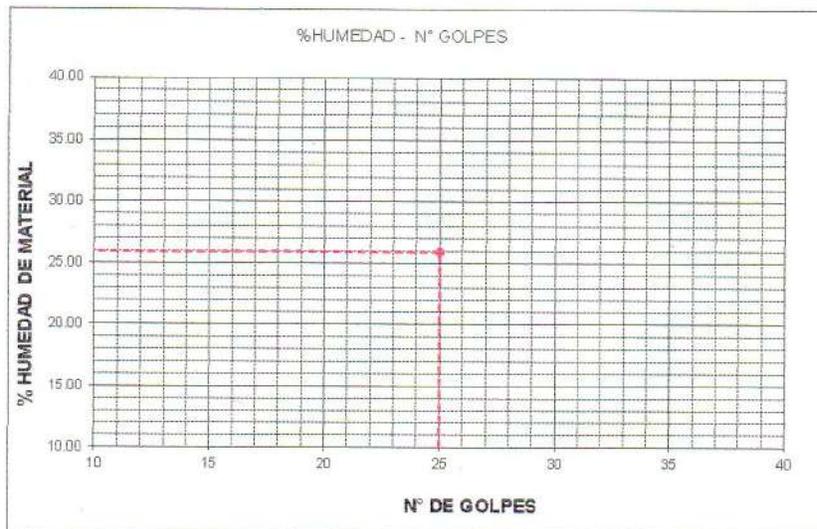
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



LIMITES DE CONSISTENCIA

SOLICITA : CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN
 TESIS : RESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA
 Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES
 UBICACIÓN : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 26/07/2017 CALICATA - 1-2

Nro. DE ENSAYO	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE LA TARA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO SUELO SECO (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nro. DE GOLPES	0	0	0	0.00		



LÍMITE LIQUIDO (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : 0.00 %

LÍMITE PLASTICO (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : 0.00

INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438
IP : 0.00 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

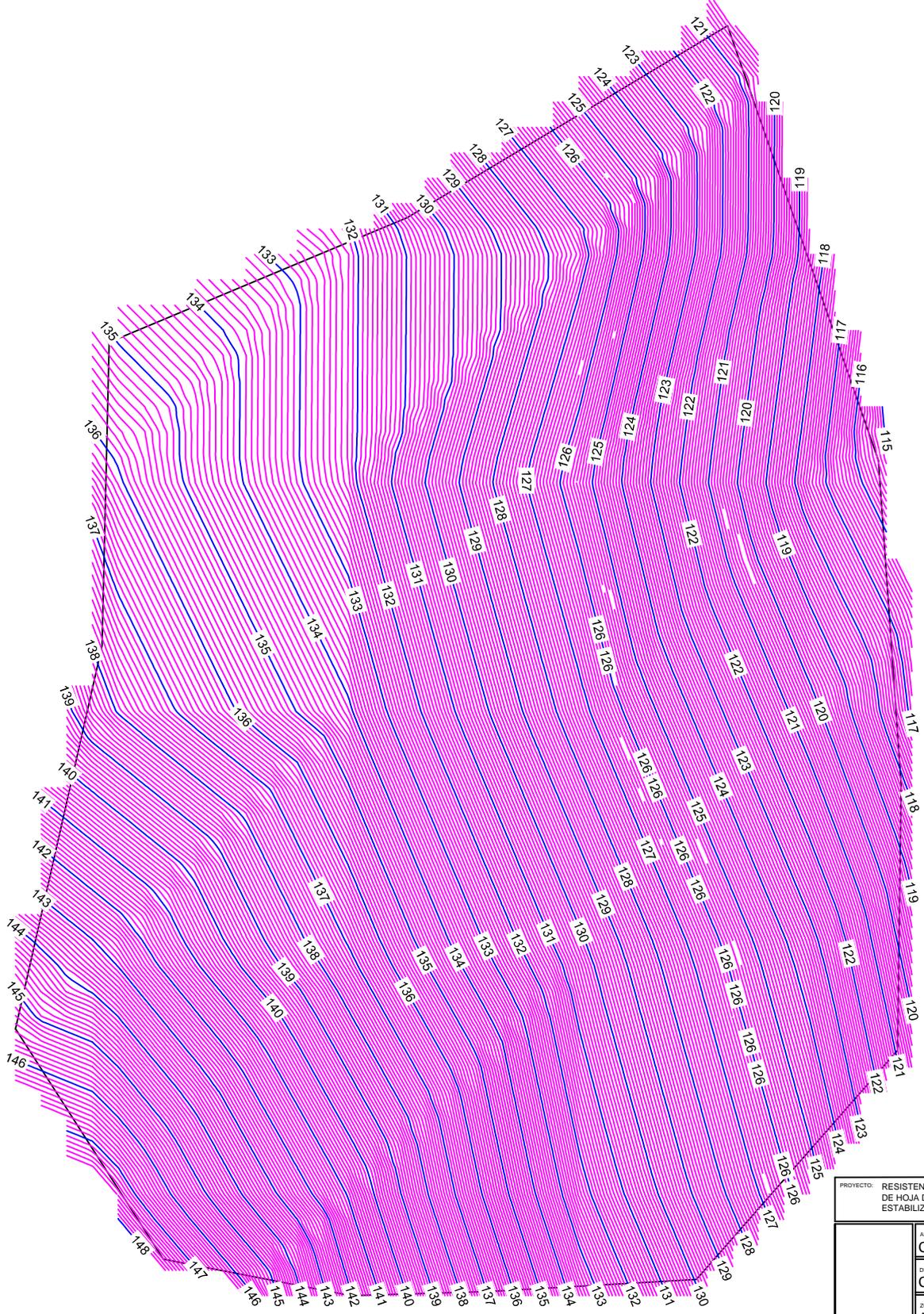
SOLICITA	CARBAJAL DAVILA JORGE JHONATAN		
TESIS	RESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES		
FECHA	25/07/2017	NIVEL FREATICO (m.)	N.P
CALICATA	C-1	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SP-SM		1.50	E-1		De -0.00-1.50 m. Arena mal graduada de color beige claro Arenas limosas, mezclas de arena y limo. , no presenta plasticidad, con gravas pequeñas y textura fina a media, de compacidad semi compacto y en estado ligeramente humedo.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

PLANO



PROYECTO: RESISTENCIA MECANICA DE UNA BIOMALLA TEJIDA CON FIBRA DE HOJA DE PALMERA Y SEMILLAS DE GRASS, CON FINES DE ESTABILIZACION DE TALUDES	
AUTOR: CARBAJAL DAVILA JORGE	
DISTRITO: CAMBIO PUENTE	
ZONA: ALTA	
FECHA: ABRIL - 2018	A - 01