

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS.

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA
CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD
DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE**

PRESENTADA POR

Bach. Carla Karina Fernández Ruiz

Línea de Investigación de la Universidad

Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2020

HOJA DE ASESORES

MG. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL

ASESOR TEMÁTICO

MG. JACQUELINE JEANETTE SANTOS JULCA

ASESOR METODOLOGICO

DEDICATORIA

La presente tesis dedico de manera especial a mi abuelita Leonor por ser parte importante para lograr mis objetivos y cuyo amor no conoce límites.

A mis amados padres por estar conmigo en cada paso de mi vida, por ser mi motivación y ayudarme en alcanzar muchos de mis logros, todo se lo debo a ustedes.

A mi hermano por su constante motivación y apoyo para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento es a dios por darme la oportunidad de realizar uno de mis grandes sueños y por darme la confianza que necesito.

Quisiera dar mis sinceros agradecimientos a todos los docentes de la Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, por su contribución en mi formación profesional.

A mi familia, que, con mucho esfuerzo y sacrificios, me han enseñado, me han aconsejado, y me han apoyado en todo momento. Mi mayor admiración y respeto.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**MG. CARLOS ENRIQUE PALOMINO DAVIRAN
JURADO**

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO**

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO**

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE**

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	4
LISTA DE TABLA	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I:	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema General.....	15
1.2.2. Problema Especifico	15
1.3. Justificación	15
1.3.1. Practica	15
1.3.2. Social	16
1.3.3. Metodológica.....	16
1.4. Delimitación del problema	16
1.4.1. Espacial.....	16
1.4.2. Temporal	17
1.4.3. Económica	17
1.5. Limitaciones.....	17
1.6. Objetivos.....	17
1.6.1. Objetivo General	17
1.6.2. Objetivo Especifico	18
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales	21
2.2. Marco conceptual	24
2.2.1. Geomallas	24
2.2.1.1. Geomalla Convencional.....	24
2.2.1.1.1. Clasificación de las geomallas.....	24

2.2.1.1.2.	Mecanismos de Refuerzo de las Geomallas	28
2.2.1.1.3.	Propiedades de la geomalla	30
2.2.1.2.	Geomalla de Bambú	32
2.2.1.2.1.	Bambú	32
2.2.1.2.2.	Propiedades físicas - mecánicas del bambú	34
2.2.1.2.3.	Refuerzo del suelo con bambú	35
2.2.1.2.4.	Proceso constructivo de la geomalla de bambú.....	36
2.2.2.	Capacidad de soporte de la subrasante	37
2.2.2.1.	Suelos.....	37
2.2.2.1.1.	Tipos de suelo	38
2.2.2.2.	Subrasante	39
2.2.2.2.1.	Propiedades Físicas del suelo para la subrasante.....	40
2.2.2.2.2.	Propiedades Mecánicas del suelo para la subrasante.....	50
2.3.	Definición de términos	52
2.4.	Hipótesis	52
2.4.2.	Hipótesis General	52
2.4.3.	Hipótesis específicas	52
2.5.	Variables	53
2.5.2.	Definición conceptual de la variable	53
2.5.3.	Definición operacional de la variable.....	53
2.5.4.	Operacionalización de variables	54
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....		55
3.1.	Método de Investigación:	55
3.2.	Tipo de Investigación:	55
3.3.	Nivel de Investigación:	55
3.4.	Diseño de la investigación:.....	56
3.5.	Población y Muestra	56
3.5.1.	Población	56
3.5.2.	Muestra	56
3.5.3.	Muestreo	57
3.6.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.	57
3.6.1.	Técnica.....	57
3.7.	Procesamiento de información.....	58
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	58
CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS.....		59
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		72
CONCLUSIONES		75

RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	83
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	84
ANEXO 1: SOLICITUD DE CONSENTIMIENTO	86
ANEXO 2: AUTORIZACIÓN DE TRABAJOS EN LA VIA PUBLICA.....	87
ANEXO 3: RESULTADO DEL ENSAYO DE TRACCION	88
ANEXO 5: RESULTADO DEL ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA.....	93
ANEXO 6: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO	95
ANEXO 7: RESULTADO DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA PATRON.....	98
ANEXO 8: RESULTADO DEL ENSAYO CBR CON GEOMALLA CONVENCIONAL (GEOMALLA BIAXIAL).....	104
ANEXO 9: RESULTADO DEL ENSAYO CBR CON GEOMALLA DE BAMBÚ ...	108
ANEXO 10: PANEL FOTOGRAFICO	112
ANEXO 11: FICHA TECNICA DE LA GEOMALLA CONVENCIONAL BIAXIAL .	121
ANEXO 12: PLANO DE UBICACIÓN	122
ANEXO 13: PLANO DEL PROTOTIPO DE GEOMALLA DE BAMBÚ.....	123
ANEXO 14: PLANO DE LA INSTALACIÓN DE LA GEOMALLA.....	124

LISTA DE TABLA

<i>Tabla 1:Propiedades de la geomalla biaxial que afectan su comportamiento.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 2: Clasificación de suelos según Tamaño de partículas</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3 : Clasificación de suelo según Índice de Plasticidad</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - Suelos de grano grueso.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 5: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - Suelos de grano fino.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6: Correlación de tipos de suelo AASHTO -SUCS.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 7: Clasificación de suelos según AASHTO.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 8: Calificación general de suelos a nivel se subrasante.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 9: Ubicación de las calicatas</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 10:Resultados de granulometría.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 11:Contenido de porcentaje de material</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 12:Resultados de Limite de consistencia.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 13:Clasificación SUCS y AASHTO</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 14:Resultados del Proctor modificado.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 15:Resumen del ensayo del CBR.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 16:Características físicas de la Geomalla Biaxial.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 17:Resultados de resistencia de tracción de la geomalla Biaxial.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 18:Resultados de CBR con geomallas biaxiales.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 19:Características físicas de la geomalla de bambú.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 20:Resultados de resistencia de tracción de geomalla de bambú</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 21:Resultados de CBR% con geomallas de bambú</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 22:Resultados de CBR % con geomallas</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 23: Variación de CBR % con geomallas biaxial</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 24: Variación promedio de CBR % con geomallas biaxial</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 25:Variación de CBR % con geomallas de bambú</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 26: Variación promedio de CBR % con geomallas de bambú</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 27: Variación de CBR% con geomallas</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 28: Variación promedio de CBR% con geomallas</i>	<i>71</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.2: Geomalla uniaxial	25
Figura 2.2: Geomalla Biaxial	26
Figura 3.2: Geomalla Triaxial	26
Figura 4.2: Proceso de fabricación de las geomallas uniaxiales y biaxiales.....	27
Figura 5.2: Geomalla uniaxial de poliéster tejida	27
Figura 6.2: Geomalla uniaxial de polietileno soldada	28
Figura 7.2: Sistema de contención lateral de la geomalla	29
Figura 8.2: Mejoramiento de la capacidad portante	29
Figura 9: Efecto de Membrana Tensionada	30
Figura 10.2: Partes y usos del bambú	33
Figura 11.2: Geomalla de bambú	37
Figura 12.2: Interpretación de la curva granulométrica.....	42
Figura 13.4: Diagrama de curva granulométrica de las calicatas	60
Figura 14.4: Grafica de fuerza vs Deformación de la geomalla convencional.....	64
Figura 15.4: Grafica de fuerza vs Deformación de la geomalla de bambú	66
Figura 16.4: Variación de CBR % con geomallas biaxial.....	67
Figura 17.4: Variación de CBR % con geomalla de bambú.....	69
Figura 18.4: Variación de CBR % con geomallas	70

RESUMEN

La presente investigación titulada: Análisis comparativo entre la geomalla convencional y de bambú en la capacidad de soporte de la subrasante fijó por objetivo: determinar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas. Como metodología, se aplicó el método científico, de tipo: aplicada, de nivel: explicativo y diseño: experimental. Los resultados obtenidos fueron: La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales y de bambú alcanzan un promedio de 6.3% y 9.05% para un 95% de grado de compactación representando un incremento de 41.5% y 115% respectivamente, comparado con el CBR del suelo natural de solo 4.4% siendo el suelo de tipo A-4. Como conclusión se indica que es más conveniente emplear la geomalla de bambú sometiendo a un tratamiento con el químico bórax por mejorar la resistencia de la subrasante considerablemente.

Palabras Claves: Geomalla convencional, Geomalla de bambú, subrasante, capacidad de soporte, índice de CBR, compactación

ABSTRACT

The present investigation entitled: Comparative analysis between the conventional and bamboo geogrid in the support capacity of the subgrade set the objective: to determine the variation of the support capacity of the subgrade using geogrids. As a methodology, the scientific method was applied, of type: applied, level: explanatory and design: experimental. The results obtained were: The support capacity of the subgrade soil modified with conventional biaxial and bamboo geogrids reached an average of 6.3% and 9.05% for a 95% degree of compaction, representing an increase of 41.5% and 115% respectively, compared With the CBR of the natural soil of only 4.4%, the soil being type A-4. As a conclusion it is indicated that it is more convenient to use the bamboo geogrid subjecting it to a treatment with the chemical borax to improve the resistance of the subgrade.

Key Words: *conventional geogrid, bamboo geogrid, subgrade, bearing capacity, CBR index, compaction*

INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial a raíz de la necesidad de tener caminos de buenas condiciones se han buscado materiales que proporcionen la resistencia necesaria al suelo para soportar repeticiones de cargas y de otros fenómenos para así tener una mayor durabilidad de las estructuras, por otro lado, la necesidad de desarrollar un tema de esta naturaleza radica en el impulso de revelar los aspectos fundamentales de dichas geomallas para poder mejorar el comportamiento mecánico de los suelos.

La presente investigación titulada: “Análisis comparativo entre la geomalla convencional y de bambú en la capacidad de soporte de la subrasante.”, busca dar la solución al problema de estabilización de suelos; en este caso con geomalla convencional biaxial y de bambú con un incremento de 41.5% y 115% comparado con el CBR del suelo natural resultando más ventajoso la utilización de la geomalla de bambú.

El presente trabajo de investigación está compuesto por los siguientes capítulos: Capítulo I: Contiene el planteamiento del problema de investigación, la formulación del problema general y específico, se menciona la justificación de una manera práctica, social y metodológica, se consideró las delimitaciones en el aspecto espacial, temporal y económica, sin embargo, la investigación también presenta limitaciones. En este capítulo también se hacen referencias los objetivos tanto general como específico

Capítulo II: Contiene el marco teórico donde se presentan los antecedentes internacionales y nacionales, el marco conceptual, las definiciones de términos, la hipótesis general y específicas y, por último, encontramos las variables con su definición conceptual y la operacionalización de sí mismas.

Capítulo III: Contiene la metodología, donde se determinó el método de investigación, detallando el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño

de investigación, la población y muestra, asimismo, se dio a conocer las técnicas e instrumentos de recolección de datos, las técnicas de procesamiento y análisis de los datos,

Capítulo IV: Contiene los resultados de los ensayos respectivos para obtener el CBR del suelo natural y reforzadas con las geomallas

Capítulo V: Contiene la discusión de resultados y el análisis respectivo para poder determinar el análisis comparativo de la geomalla convencional y de bambú en la capacidad de soporte de la subrasante, para así formular las conclusiones, aportar con las recomendaciones en el trabajo de investigación, y concluyendo con las referencias bibliográficas. Los anexos se muestran al final de la investigación.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional, en la ingeniería civil, el terreno siempre ha sido un problema en las obras, ya que no siempre son adecuados y no cumplen con sus requisitos estructurales, por lo que los ingenieros civiles deben optar entre aceptar el suelo tal como está y diseñar de acuerdo a la calidad del material, removiendo el suelo, reemplazándolo por suelo de mejores características, alterando sus características o reforzándolos. (Guaman, 2016). Se han llevado a cabo varias investigaciones para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos utilizando diferentes técnicas y diferentes materiales.

En el caso peruano podemos encontrar distintos tipos de suelos que presentan distintas características y se reconoce a simple vista los suelos de baja capacidad de soporte, las cuales, están constituidos por suelos finos y son clasificados suelos inadecuados para todo tipo de infraestructura y estas pueden causar deterioro con el tiempo o hasta llegar a un colapso. (Carhuamaca C. , 2020)

El problema que viene ocurriendo en la vía de estudio que es la calle 6, de la urbanización Casa Blanca, distrito de Pachacamac -Lima, es una vía de pavimento afirmado, presenta deterioros como ahuellamiento, asentamientos, baches y ondulaciones en el pavimento. Se debe al hecho de que se originan de la expansión presentada por el suelo de fundación, debido a la sensibilidad a la humedad que causa variaciones volumétricas,

así mismo, fallas a causa de la aplicación de cargas a condiciones climáticas adversas, entre otros.

La variabilidad volumétrica en un suelo expansivo puede causar daños considerables a las estructuras que se apoyan sobre éste, por tanto, al construir un pavimento en este suelo, se debe tomar precauciones para controlar las variaciones en la humedad. La subrasante es la parte que soporta la estructura, es fundamental que cumpla con las condiciones de resistencia requeridas para soportar las cargas a las que será sometida. El mal estado de la vía perjudica a los vehículos dañándolos y a los pobladores que transitan por la vía, así mismo, puede generar accidentes generando estrés a los usuarios

Frente a toda esta problemática, se realizó un estudio comparativo donde se utilizaron la geomalla convencional y geomalla de bambú para mejorar las propiedades del suelo a nivel de la sub rasante proporcionando una estabilidad estructural a la vía para que sea capaz de soportar las condiciones de carga en las que será sometida, logrando así grandes beneficios económicos para nuestro país.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuánto varía la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas?

1.2.2. Problema Especifico

¿Cuánto cambia la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial?

¿Cuánto varía la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica

Esta investigación busca mejorar la capacidad de soporte en la subrasante de la calle 6 de la Urbanización Casa blanca del distrito de Pachacamac, con el uso de geomallas, para lo cual se realiza un estudio

comparativo entre la geomalla convencional y de bambú, para ver cuál de ellas genera una mejor resistencia y rigidez con los diversos tipos de suelos utilizados en los pavimentos, y a su vez busca proponer una alternativa que permita una menor explotación de canteras

1.3.2. Social

La investigación pretende determinar una alternativa que permita elaborar proyectos incorporando estas propuestas buscando mejorar la transitabilidad de los pobladores de la urbanización de Casa Blanca y el distrito de Pachacamac, garantizando la durabilidad de los pavimentos, reduciendo fallas como hundimientos y deformaciones de las vías, asimismo, minimizar el movimiento de tierras, con lo cual sería posible reducir el costo y optimizando los procesos constructivos.

1.3.3. Metodológica

La importancia de llevar a cabo esta investigación desde un punto de vista metodológico es proporcionar una nueva alternativa de la utilización del bambú en el área de la construcción aprovechando sus cualidades. Se creó las geomallas mediante tiras de la caña de esta planta. Así mismo, se proporcionan datos e información que enriquecen las áreas de conocimiento relacionadas con la obtención de una mejor calidad del suelo, las cuales, contribuyen al desarrollo de futuras investigaciones.

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó en la subrasante de la calle 6, tramo: calle 10 y calle alameda de la urbanización Casa Blanca, distrito Pachacamac, Lima.

1.4.2. Temporal

Esta investigación se llevó a cabo durante el periodo de 4 meses comprendidos en el mes de junio a setiembre del año 2020. Se desarrolló en tres etapas pre campo, campo y gabinete.

1.4.3. Económica

El desarrollo de esta investigación fue autofinanciado para las muestras de las geomallas, las pruebas de laboratorios y otros gastos que se realizaron para poder lograr los objetivos de la investigación.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitaciones económicas

Una de las limitaciones que se desarrolló fue por el costo de la geomalla Biaxial, ya que las empresas solo venden sus productos con más de 50 metros Lineal.

1.5.2. Limitaciones técnicas

En Perú, aún no existen normativa sobre el uso de geomallas y el bambú por lo que se limita a ser aplicado únicamente en la parte experimental. Por otro lado, tampoco se encontró mucha información sobre la geomalla de bambú

1.5.3. Limitaciones tecnológicas

Una de las limitaciones fue no contar con el equipo para poder realizar el ensayo mecánico de tracción de las geomallas de acuerdo a la normativa ASTM D 6637 "Método de prueba estándar para determinar las propiedades de tracción de las geomallas mediante el método varias redes"

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas.

1.6.2. Objetivo Especifico

Estimar el cambio de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial

Cuantificar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Kaur & Kumar (2020), en su artículo científico **titulado**: “Efecto sobre el valor CBR del suelo expansivo con geomalla de refuerzo”, fijaron como **objetivo**: Analizar el efecto de la geomalla en la mejora de la relación de carga de California (CBR) de suelo expansivo. Aplicando una **metodología**: experimental, obteniendo los **resultados** siguientes: El CBR del suelo de sub-grado fue del 6,6% sin refuerzo y fue del 16,4% cuando se colocó la geomalla en la posición óptima, es decir, 0.5 H desde la parte superior del molde de prueba CBR. Finalmente, fija como **conclusiones**: Este estudio muestra claramente que hay un aumento significativo en el valor de CBR del suelo de la subrasante debido al refuerzo de la geomalla aumentando entre un 50-150% respecto al suelo no reforzado, así mismo, muestra que la fuerza de la subrasante se ve significativamente alterada positivamente por el posicionamiento de la geomalla a diferentes profundidades.

Saha & Mandal (2018), en su artículo científico **titulado**: “Rendimiento del pavimento de asfalto recuperado reforzado con geomalla de bambú y geocelda de bambú”, fijó como **objetivo**: estudiar la influencia de Geomalla de bambú y geocelda de bambú en el comportamiento del asentamiento de carga RAP sobre arcilla marina suave. Aplicando una **metodología**: experimental, obteniendo los resultados siguientes: la capacidad de carga de RAP aumenta en un 33,7%, 63,3% y 86,1% cuando el RAP se refuerza con geomalla de bambú, geocelda de bambú y combinación de geomalla de bambú + geocelda de bambú, respectivamente. Finalmente fija como **conclusiones**: La capacidad de carga

de RAP de 150 mm de espesor es observado como 121,4 kPa aumenta en 33,7 - 80,8% cuando se refuerza con una sola capa de geomalla de bambú a varios niveles , así mismo, la ubicación más adecuada para la colocación de una sola capa de La geomalla de bambú se observa como $1/3 H$ con $u / H = 0.33$, para una mejora máxima en la capacidad de carga cuando el RAP se refuerza con una sola capa de geomalla de bambú y cuando se combinan la geomalla de bambú y la geo celda bambú se desempeña mejor de forma aislada.

Saha & Mandal (2017) en su artículo científico **titulado:** “Comportamiento del pavimento de asfalto recuperado (RAP) con geomalla de bambú”, fijó como **objetivo:** estudiar la influencia de Geomalla de bambú en el comportamiento del asentamiento de carga RAP sobre un lecho de arcilla. Aplicando una **metodología:** experimental, obteniendo los siguientes **resultados:** La capacidad de carga de RAP aumenta en un 36%, 31%, 20% y 6% cuando RAP se refuerza con geomalla de bambú colocada a una distancia de 'u' de la parte superior de la capa de RAP de manera que, $u / H = 1/3$, $1/2$, $2/3$ y 1 respectivamente y aumenta en un 68% cuando está en $u / H = 1/3$ y $u / H = 2/3$ (en 2 capas) y en 86% cuando $u / H = 1/3$, $u / H = 2/3$ y $u / H = 1$ (en 3 capas) respectivamente. Finalmente, fijan como **conclusiones:** Se observa que la capacidad de carga de RAP aumenta aproximadamente 1,50 veces cuando se refuerza con una sola capa de geomalla de bambú y el beneficio máximo se obtiene cuando el refuerzo se coloca a $1/3$ rd espesor de la capa de RAP desde la parte superior. También se observa que la geomalla de bambú de múltiples capas es más efectiva que la de una sola capa.

Zumrawi & Mansour(2016), en su artículo científico **titulado:** “Evaluación de laboratorio de geomallas utilizadas para estabilizar subrasantes blandas”, fijaron como **objetivo:** Evaluar la eficiencia del uso de refuerzo de geomalla para la estabilización de la subrasante. Aplicando una **metodología:** experimental, obteniendo los **resultados** siguientes: El valor CBR obtenido para suelo natural es del 3,4%, al colocar la geomalla en la 1ª capa, el valor de CBR aumentó a 4,3%,4.0% y 3.7% lo que representa un incremento del 26% en cambio cuando se refuerza con 2 capas de geomallas el valor de CBR aumentó 4.4% lo que representa un incremento del 29% y por último cuando se coloca la geomalla en

4 capas aumentó en 5.5% lo que representa un incremento del 62%. Finalmente fijan como **conclusiones:** Una lámina de geomalla en la primera capa del suelo, incrementó un 26% en el valor de CBR y cuando se colocan varias capas el valor de CBR aumentó significativamente en un 62% cuando se colocaron láminas de geomalla en las cuatro capas. La geomalla es una técnica exitosa y económica, así mismo, el alto valor de CBR se atribuye a la fricción de la interfaz y al enclavamiento involucrados en las interacciones geomalla / suelo.

Hegde & Sitharam(2015), en su artículo científico **titulado:** “Uso del bambú en la ingeniería de terrenos blandos y su comparación de rendimiento con geosintéticos: Estudios experimentales”, fijaron como **objetivo:** Comparar las celdas y rejillas de bambú con los geoceldas y geomallas en los lechos de arcilla. Aplicando una metodología: experimental, obteniendo los **resultados** siguientes: La capacidad de carga máxima del lecho de arcilla reforzada con celda de bambú y rejilla de bambú fue 1,2 - 1,5 veces mayor que el del lecho de arcilla reforzado con geoceldas y geomallas. Finalmente fijan como **conclusiones:** Reforzar el suelo con un sistema de refuerzo 3D, como geoceldas y celdas de bambú, ofrece el máximo beneficio que los refuerzos planos como la geomalla y las rejillas de bambú, asimismo, usar la combinación de geocelda y geomalla o celda de bambú y cuadrícula de bambú en lugar de usarlas solas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Carhuamaca(2020), en la tesis de grado **titulado:** “Estabilización de la subrasante con el uso de geomalla biaxial en la avenida Piura en la localidad de Tunal, provincia de Huancabamba – Piura - 2019”, fijó como **objetivo:** estabilizar la sub-rasante para un pavimento con geomalla biaxial y uno convencional en la Av. Piura, Huancabamba. Aplicando una **metodología:** cuasi experimental, obteniendo como **resultados** lo siguiente: CBR al 95% para 0.1” de suelo tipo CL, sin geomalla biaxial: 7.5% CBR al 95% para 0.1” de suelo tipo CL, con geomalla biaxial: 10% clasificándola subrasante regular a buena, de acuerdo al Manual de carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Finalmente, fijó como **conclusiones:** la subrasante obtuvo un aumento del 33% en su

capacidad de portante y el costo de la elaboración de un pavimento rígido por metro cuadrado (M2) disminuyó en 11.7% con respecto al costo de una pavimentación convencional siempre y cuando la geomalla sea capaz de mejorar las condiciones de la subrasante.

Orejon (2019), en la tesis de grado **titulado:** “Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de soporte california -Distrito de Ahuac”, fijó como **objetivo:** Establecer la propuesta conveniente para mejorar la subrasante de un pavimento flexible con uso de geomallas biaxiales en los suelos con bajo valor de Soporte, cuya, **metodología** es : no experimental de tipo transversal, obtuvo los **resultados** siguientes: Un número estructural (SN) inicial de 3.93 %, mientras que se reforzó con las geomallas MacGrid 20 y MacGrid 30, se obtuvo un número estructural (SN) de 3.97% y de 3.95% respectivamente. Finalmente, fija como **conclusión:** La estabilización de la subrasante con geomalla biaxial incrementó la resistencia del pavimento flexible, lo cual, se observa en variación del Número Estructural, debido a que es un número abstracto que se refleja en la capacidad estructural que requiere el pavimento para la calidad del suelo.

Chura (2019), en la tesis de grado **titulado:** “Capacidad soporte (CBR) de suelo arcilloso con extracto de tallo de plátano en la carretera Huallanda – Santa Rosa-Jaén”, fijó como **objetivo:** Determinar el efecto de la incorporación de extracto de tallo de plátano capacidad portante del suelo (CBR) arcilloso de la carretera Huallanda – Santa Rosa. Aplicando una **metodología:** Experimental con enfoque cuantitativo, obtuvo los **resultados** siguientes: Cuando se añade el 2.5 % y 5% de extracto de tallo de plátano, el CBR se modifica significativamente, la cual, incrementa un aproximado de 1%; sin embargo, a medida que aumenta el porcentaje (7.5 % y 10 %) el CBR empieza a decrecer. Finalmente, fija como **conclusiones:** El CBR de un suelo arcilloso incrementa con la incorporación del extracto de tallo de plátano (2.5% y 5%) haciendo que aumente en un aproximado de un 1 % el CBR.

Esperitu (2019), en la tesis de grado **titulado:** “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la Esperanza – Malconga, km 5 Matamarca - 2018”, fijó como **objetivo:**

Mejorar la subrasante de una carretera, utilizando la savia de sábila como material cohesivo para garantizar que el suelo compuesto se pueda utilizar como capa subrasante. Aplicando una **metodología:** Experimental, obtuvo como **resultado** lo siguiente: Cuando se incorpora savia de sábila a un valor promedio de 3% de CBR y a porcentaje de expansión de 3.72%, llega a incrementar su CBR a un promedio de 10%, asimismo, su porcentaje de expansión fue de 2.61%. Finalmente, fija como **conclusiones:** Se puede mejorar la subrasante con la aplicación de savia de sábila en un 7% y se obtuvo una estabilidad volumétrica de un 70.16% en la carretera La Esperanza- Malconga con el fin de que se utilice el suelo como capa subrasante.

Ramírez (2017), en la tesis de grado **titulado:** "Análisis del terreno natural - aplicando material geo sintético mejorando su resistencia para la base granular de la carretera de Yangas – Lima 2017", fijó como **objetivo:** Determinar la relación que hay entre el terreno natural aplicando material geo sintético (Geomalla biaxial) y el mejoramiento de su resistencia para la base granular de la carretera Yangas – Lima 2018. Aplicando una **metodología:** experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: En el ensayo de CBR (MDS 95%) de penetración a 1" se obtuvo un 59.20%, en cambio, con geomalla biaxial entre la 1era y 2da capa un 55.70% de CBR, en el SN con geomalla biaxial entre la 2da y 3ra capa un 54.70% de CBR, en el SN con geomalla biaxial entre la 3era y 4ta capa un 63.20% de CBR. Finalmente, fija como **conclusiones:** Los valores de CBR que se obtienen usando la geomalla biaxial varían considerablemente, en el terreno natural de Yangas en el año 2018 y se relaciona de forma favorable con el terreno natural, ya que refuerza su resistencia actual de la carretera de Yangas en el año 2018.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Geomallas

Según Tapia et al.(2017) sostienen, La geomalla es una estructura bidimensional con aperturas con suficiente tamaño, la cual, debe permitir la trabazón de la piedra, suelo u otros materiales geotécnicos.

Por otro lado, Gonzalez(2017) refiere, es un elemento estructural que sirven para repartir de manera adecuada las cargas que transmiten los cimientos, pavimentos, terraplenes y las cargas vivas sobre los terrenos de baja capacidad, asimismo, se utiliza como elementos de refuerzos a la tensión unidireccional en los taludes y los muros de contenciones.

2.2.1.1. Geomalla Convencional

Según Alza (2015) define, la geomalla más común son de un material geo sintético para refuerzo, cuya aplicación en la carretera tendrá un impacto económico positivo y reducirá la cantidad de movimiento de tierra, lo cual, aumentará la vida útil en el pavimento; así mismo, reducirá las emisiones de carbono producida por las actividades de construcción.

Por otro lado Aguirre & Flórez(2016) afirman, la geomalla restringe el espacio al rango de partículas agregadas y evita el movimiento natural producido por la carga que soportan. El tamaño de la abertura también es relevante para los estudios de tamaño de partícula, la cual, determinara el material correcto y así evitar mezclar materiales entre capas. Asimismo, proporcionan refuerzo a la capa estructural del pavimento mejorando su rendimiento en el que controlan las fallas producidas en la superficie debido a partículas que se mueven lateralmente.

2.2.1.1.1. Clasificación de las geomallas

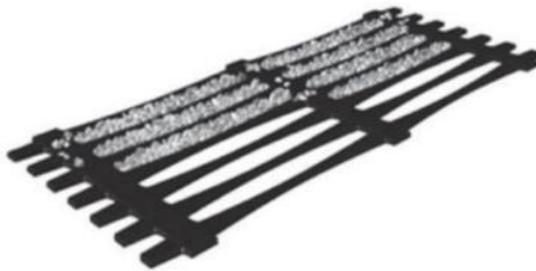
De acuerdo con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, las geomallas se clasifican en dos grupos:

2.2.1.1.1. Por el sentido del desarrollo del refuerzo

a. Uniaxiales

Según Vargas et al.(2017) refiere, la estructura de geomalla uniaxial está alineada a una sola dirección y cuenta con juntas transversales. Se debe conocer la dirección de carga para utilizar este tipo de elemento.

Por otro lado Orejon (2019) afirma, la geomalla uniaxial es un polímero inerte unidireccional, que produce mayor resistencia a la tensión en la dirección longitudinal debido a su forma geometría, por lo que se usan comúnmente para estabilizar paredes, pendientes y terraplenes. Estas geomallas pueden extruirse y soldarse según su fabricación.



Fuente: Manual de diseño geosintético, 2009

Figura 1.2: Geomalla uniaxial

b. Biaxiales

De acuerdo a Cajigas (2003) refiere, la geomalla biaxial tiene capacidad de carga en ambas direcciones, perpendicularmente entre sí y son utilizados como refuerzo de carga en una dirección variable. Son resistente a cargas altas o carga moderada, por un periodo a largo plazo. Se pueden aplicar a cualquier dirección en la que se coloque el plano, ya que son hechas principalmente de resinas de polipropileno seleccionadas, son químicas y es biológicamente inerte y altamente resistente al proceso de degradación del suelo.

Según Orejon(2019) define ,son de tipo bidimensional que está compuesto de propileno con características uniformes donde su proceso de estiramiento se lleva a cabo en las direcciones longitudinal y transversal. Debido a su estructura bidimensional, tiene una alta resistencia en ambas direcciones, y sus aberturas rectangulares crean mayores restricciones laterales en

superficies inestables como las sub bases y la subrasante que aumenta la resistencia a la tracción en carreteras sin pavimentar, así como en carreteras rígidas y flexibles.



Fuente: Manual de diseño geo sintético (2009)

Figura 2.2: Geomalla Biaxial

c. Multiaxiales

Según Cajigas (2003) refiere, están hechas de láminas seleccionadas de resina de polipropileno uniformemente perforado y estirado en tres direcciones formando costillas con alta rigidez. Tiene una abertura triangular, peso y cualidades atómicas que puede prevenir la pérdida de carga o ayudar a prevenir la deformación debido a la pérdida de límite de carga.

Su función principal es proporcionar refuerzo a la estructura contra la tensión radial. En otras palabras, debido a su diseño triangular, sirve para soportar la tensión en todas las direcciones referido por (Tensar, 2013)



Fuente: GeoCon, 2016

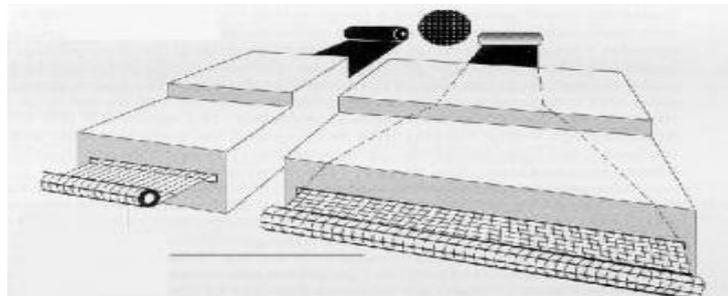
Figura 3.2: Geomalla Triaxial

2.2.1.1.1.2. Por su fabricación

La fabricación de geomallas ha evolucionado con el tiempo, en el cual se optimizó y se obtuvieron materiales de alto rendimiento. Entre ellos, tenemos los siguientes tres tipos principales de fabricación:

a. Extruidas

Según Orrego (2014) refiere, se le conocen como uniforme u homogéneas y están fabricadas con los polímeros de alta densidad (HDPE) o polipropileno por medios de perforaciones en las láminas de estos materiales. Después, se estira la lámina en una o más direcciones en el cual genera aumento en los esfuerzos de tensión. El proceso debe llevarse a cabo a una temperatura específica para alinear las partículas de polímero y así obtener las propiedades físicas deseadas.

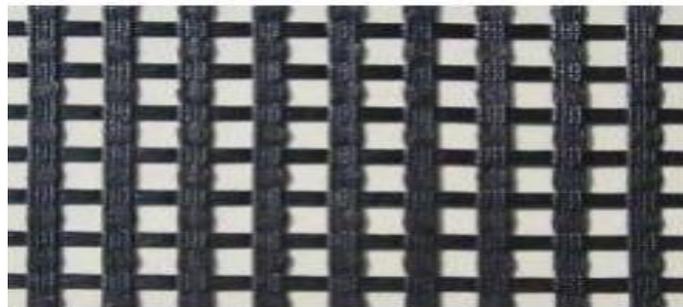


Fuente: Koemer. 2005

Figura 4.2: Procesos de fabricación de la geomalla uniaxial y biaxial

b. Tejidas

Según Orrego(2014) refiere, están hechas de hilos de poliéster de alta resistencia recubiertas de PVC que los protege de los daños de instalación, ataques biológicos, químicos y ambientales. Así mismo, se caracteriza por ser flexibles

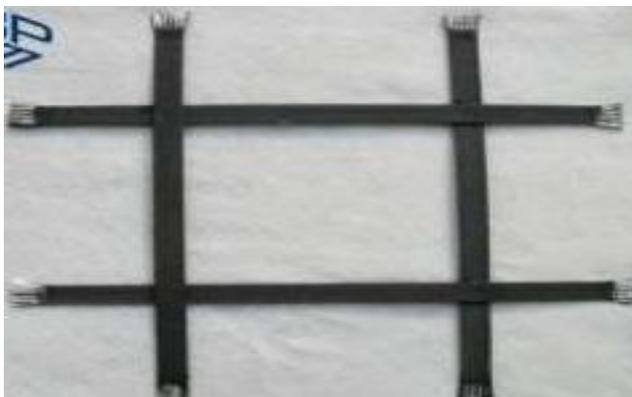


Fuente: Valencia. 2009

Figura 5.2: Geomalla uniaxial de poliéster tejida

c. Soldadas

Según Orrego(2014), se elaboran soldando las costillas de poliéster de alta resistencia mediante un proceso de fusión y se fijan entre sí mediante una capa de cubierta de polipropileno colocada sobre ellas.



Fuente: Valencia. 2009

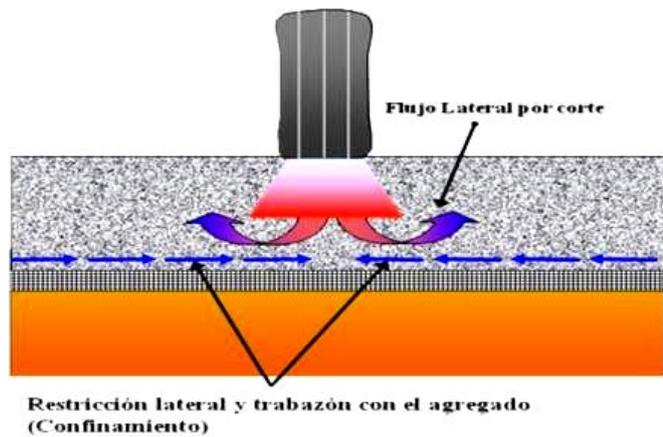
Figura 6.2: Geomalla uniaxial de polietileno soldada

2.2.1.1.2. Mecanismos de Refuerzo de las Geomallas

La instalación de la geomalla trae un gran impacto positivo en el desempeño del pavimento, atribuyéndole los siguiente tres mecanismos: confinamiento lateral, mayor capacidad de carga y efecto de membranas tensionadas. (Giroud y Noiray, 1981; USACOE, 2003; como se citó en Orrego, 2014)

a) Confinamiento lateral

De acuerdo Almendarez & Reyes(2017) refiere, las estructuras del pavimento flexible a menudo fallan antes de su final de vida a causa de su progresivo desplazamiento lateral, vertical y debilitamiento de la capa base del agregado. Este confinamiento permite perseverar las capacidades estructurales y se ha demostrado que mejora el rendimiento de los sistemas de pavimento.

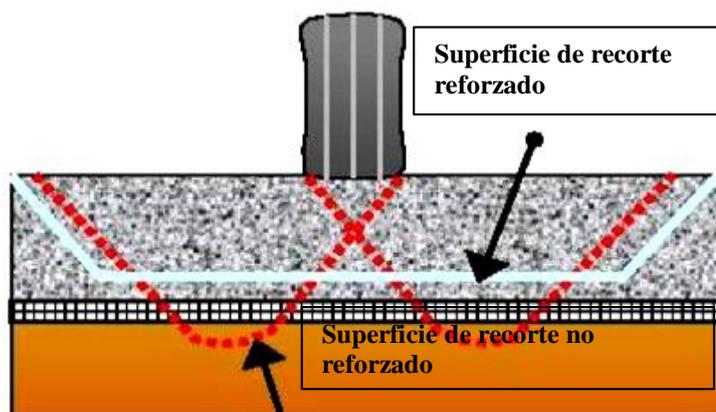


Fuente: (USACOE, 2003)
 Figura 7.2: Sistema de contención lateral de la geomalla

b) Capacidad de soporte mejorada

Según Orrego(2014) refiere, este mecanismo consigue mover la superficie de la falla donde se encontraba originalmente la subrasante blanda, para dirigirlo hacia la sección con la mayor resistencia, la cual, sería en este caso la capa granular. Debido a la rigidez de la geomalla permite redistribuir las cargas que se transportan sobre un área más grande, lo que reduce la tensión del material e ir reduciendo los esfuerzos que el material debe soportar.

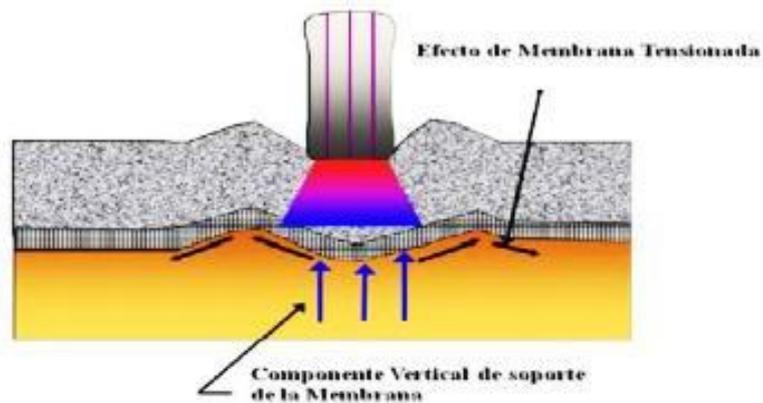
Por otro lado Vargas et al.(2017) sostienen, la carga superficial transmite esfuerzos a la capa de asfalto, capa base y otras capas inferiores. La rigidez proporcionada por la geomalla limita la deformación de la capa base, creando un tipo de restricción, aumentando así su resistencia al esfuerzo cortante



Fuente: (USACOE, 2003)
 Figura 8.2: Mejoramiento de la capacidad portante

c) Membrana tensionada

Según Tensar (2013) refiere, este mecanismo ocurre cuando el terreno natural se deforma considerablemente debido a las cargas del vehículo en la se generan esfuerzos, la cuales, son soportadas por la resistencia de tensión proporcionadas por las geomallas.



Fuente. USACOE, 2003

Figura 9: Efecto de Membrana Tensionada

2.2.1.1.3. Propiedades de la geomalla

Según Cárdenas & Linares(2017) refieren , las propiedades más importante son las siguiente:

Propiedades Físicas de la geomalla

a. Distribución de costillas

De acuerdo a Cárdenas & Linares (2017) sostienen, esta característica se puede clasificar física y mecánicamente, la cual, se clasifica de acuerdo a la dirección en que las costillas están orientadas como unidireccionales, bidireccionales o triaxiales.

b. Tamaño de abertura

Según Orrego(2014) refiere, La abertura de la geomalla debe ser lo suficientemente grande. Permitir la penetración de agregado y relleno de este. Sin embargo, también deben ser lo suficientemente pequeños las partículas para que pueden producir enlaces efectivos y asegurar limitaciones de estos materiales.

c. Grosor de las costillas

De acuerdo Orrego(2014) refiere , al detener las partículas del agregado es muy importante el grosor de las costillas, porque cuanto mayor sea, la interacción es mayor entre la geomalla y el suelo. Además, en comparación con las costillas redondeadas, las costillas rectangulares o cuadradas son más efectivas para lograr este mecanismo

Propiedades Mecánicas de la geomalla

a. Resistencia a la torsión

Según Orrego(2014) afirma , Es la resistencia al movimiento de rotación que se producen el plano por una carga aplicada en la unión central de la muestra.

b. Resistencia a la tensión

De acuerdo Caballero (2006) refiere , en el caso de una geomalla uniaxial, esta resistencia aparece solo en una dirección que es su longitudinal. En cambio, las geomallas biaxiales existen en ambas direcciones.

c. Resistencia de flexión

De acuerdo Caballero (2006) sostiene, ofrece resistencia a la deformación durante y después de la instalación de la geomalla.

d. Resistencia de las juntas

Según Orrego (2014) refiere, se busca la máxima eficiencia posible, es decir, la unión es lo suficientemente fuerte como para transferir la carga a la costilla. Por lo tanto, si hay algún fallo de resistencia, debería ocurrir en la costilla y no en las uniones

Tabla 1: Propiedades de la geomalla biaxial que afectan su comportamiento

Costillas	Espesor	Es mejor cuanto más grueso
	Rigidez	Es mejor cuanto más rígida sea
	Forma	Es mejor si su forma es rectangular
Apertura	Tamaño	Dependiendo del relleno, se debe asegurar la trabazón
	Forma	Es mejor si es cuadrada o circular
	Rigidez	Mientras mayor sea la rigidez es mejor
Unión	Resistencia	Alta comparada con las costillas (>90%)
General	Rigidez torsional	Es mejor mientras sea más alto
	Estabilidad de la abertura	Es mejor cuando tiene mayor altura

Fuente: (Valencia, 2009)

2.2.1.2. Geomalla de Bambú

2.2.1.2.1. Bambú

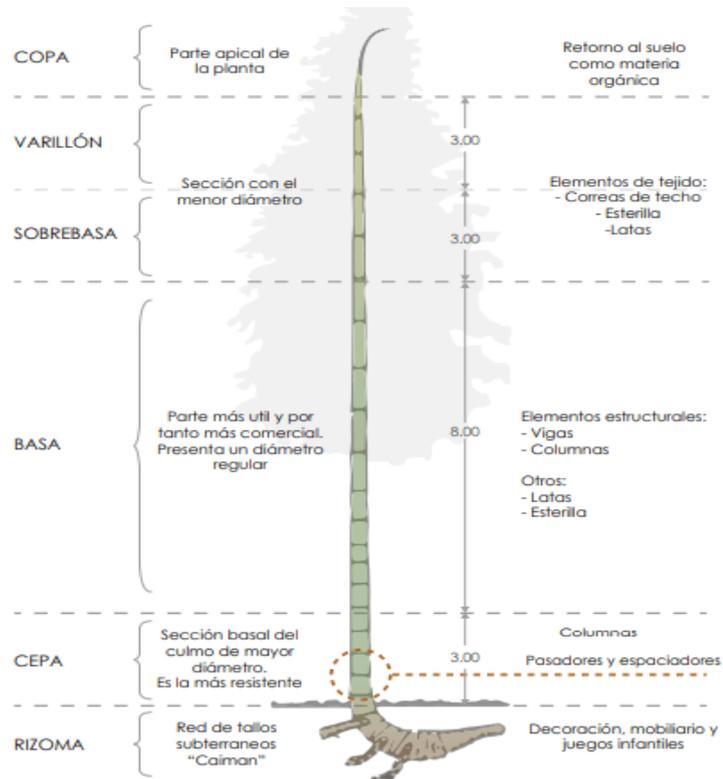
Según Juárez (2019) refiere, el bambú es una planta y no es un árbol como la mayoría de gente lo piensa, se caracteriza por tener una consistencia sólida y dura, también aparece con un diámetro definitivo y crece rápidamente alcanzando su altura máxima entre 30 y 180 días

De acuerdo Sharma et al. (2014) sostienen, el bambú es un recurso renovable y versátil, de alta resistencia y bajo peso, y se puede procesar fácilmente con herramientas simples. Dado que los productos de bambú tienen grandes beneficios sociales y económicos, es reconocido como uno de los recursos forestales no maderables más importantes. El bambú es la planta leñosa de más rápido crecimiento en el mundo y crece tres veces más rápido que la mayoría de las otras especies.

a) Morfología del bambú

Según Araujo (2015) afirma, el bambú es una planta de gran variedad morfológica y sus tallos pueden llegar hasta 30 metros de altura. Se le da mucha importancia la morfología por sus diversidad de usos y estas

compuestos por 5 partes principales que son rizoma , cepa , basa ,sobrebasa, varillón y copo , así también es referido por (Buestán, 2019)



Fuente: Minke G. (2010). Manual de construcción con Bambú.

Figura 10.2: Partes y usos del bambú

b) Aspectos generales

Según Romo & Carlos (2006) refieren, el bambú es un material económico y conveniente en la construcción, la cual, tiene las siguientes características:

- La caña tiene una estructura física única, lo que la hace altamente resistente y son redondas o casi redondas, generalmente huecas y tienen tabiques transversales rígidos, que están razonablemente diseñados para evitar la ruptura al curvarse. En esta posición, pueden funcionar de forma más eficaz, proporcionar resistencia mecánica y formar una resistente y firme caparazón
- La textura de la caña hace que sea fácil de dividir manualmente en trozos cortos (aserrándolos o cortándolos), o en tiras estrechas (cortando). No necesita máquinas costosas, solo herramientas simples.

2.2.1.2.2. Propiedades físicas - mecánicas del bambú

Según Martínez (2015) refiere, el bambú es un material muy resistente a la corrosión y hay muchas razones para estudiar sus propiedades físicas y mecánica, para poder analizar sus debilidades y proponer sugerencias para su mejora.

a. Peso específico.

Según Bárbaro (1997, como se citó en Martínez, 2015) refiere, su peso específico cambia con la humedad, pero para las cañas que son secadas al aire (humedad del 18%), el rango es de 700 a 850 kg / m³, dependiendo de si solo se consideran las paredes. La gravedad específica también depende de la porción de caña de azúcar analizada: su parte inferior es de aproximadamente 0,57 kg / dm³ (mayor volumen hueco) y la parte superior es de 0,76 kg / dm³.

b. Conductividad térmica.

Según Martínez (2015) sostiene, es la capacidad aislante del material: cuanto más bajo es, más fuerte es la capacidad. En el bambú, depende de la dirección del flujo de calor y del elemento que se está ensayando.

c. Compresión.

La resistencia a la compresión del bambú es alta y debe conocerse la longitud del componente a estudiar y no se define el método de curado del bambú, la resistencia a este efecto no se puede determinar correctamente debido a los cambios en sus características. A mayor humedad, nuestro rendimiento será peor. Además, la relación mínima de longitud a área también es importante para evitar el pandeo (Martínez, 2015)

d. Tracción.

Depende del elemento de caña de azúcar, el % de húmeda del elemento a probar y la presencia o ausencia de nudos. Esta es la tarea más complicada que enfrenta la estructura de bambú. Los métodos de conexión de varios componentes hacen que se rompan debido a los accesorios cuando se produce tensión de tracción, por lo cual, no es nada fácil hallar el valor de la resistencia del material a tales cargas.(Martínez, 2015)

e. Módulo de elasticidad.

Es un coeficiente adimensional, definido como la relación lineal entre la tensión causada por la carga empleada al material y la deformación, llamada ley de Hooke. Al igual que con la madera tradicional, a medida que aumenta la carga, disminuye en un 5-10% dependiendo del tipo de esfuerzo y fibra que es aplicado. (Martinez, 2015)

f. Cortante.

El esfuerzo cortante es una medida de la capacidad al tolerar las fuerzas que tienden a hacer que una parte del material se deslice en relación con otra parte adyacente. En comparación con las fuerzas de tracción y compresión son perpendiculares al área localizada y el de corte es una fuerza que actúa paralela al plano. Por lo tanto, la fractura causada por corte es muy diferente del estiramiento o la compresión, porque no hay área reducida localmente y no hay alargamiento.(Martínez, 2015)

2.2.1.2.3. Refuerzo del suelo con bambú

Según Waruwu et al. (2018) refieren, el bambú es ampliamente conocido como fuentes tradicionales de material en construcción y crece en regiones tropicales, el cual, es mejor refuerzo que el geotextil, incluso de geotextiles de alta resistencia. Marton y Othman declararon que el patrón cuadrado del

bambú toma la carga del material y, por lo tanto, reduce el asentamiento mucho mejor que otros.

De acuerdo Maulana et al.(2019) afirman, en términos de refuerzo del suelo, el bambú es más fuerte que la con una mayor resistencia a la tracción y rugosidad de la superficie que la geo celda comercial. Además del aumento de la capacidad de carga, el asentamiento de arcilla también disminuye en un 97% con la inserción de la combinación de celdas de bambú y rejillas de bambú, en comparación con la arcilla no reforzada

Por otro lado Chacko & Joseph (2016) afirman, el bambú tiene propiedades deseables necesarias para los geo sintéticos, por lo que el bambú puede usarse como refuerzo de tensión en el suelo. La durabilidad del bambú es una preocupación importante en aplicaciones de suelo. Existen diferentes técnicas de preservación para mejorar la durabilidad. A partir de varios métodos, el recubrimiento con material bituminoso es más fácil y rentable.

Asimismo, Soundara et al.(2017) sostienen, la aplicación de bambú para mejorar la capacidad de carga y reducir el asentamiento del suelo ha demostrado ser un enfoque alternativo y económico para la mejora del suelo. Con alta resistencia a la tracción y buenas propiedades de flexión, el bambú es adecuado para usarse como refuerzo de tierra material.

2.2.1.2.4. Proceso constructivo de la geomalla de bambú

Según Ahirwar & Mandal(2018) manifiestan, está conformado por tiras bambú con una longitud requerida y con aberturas cuadradas con un ancho y espesor deseadas. Las tiras de bambú se configuraron las juntas en la forma más plana de bidireccional (apertura cuadrada). Los patrones de conexión fueron entretejido y diagonalmente entrelazado para mantener el mismo tamaño de abertura durante la preparación de las rejillas de bambú.

Las propiedades de resistencia a la tracción de la rejilla de bambú serán probadas de acuerdo con el procedimiento dado en ASTM D 4595-17. Así mismo, las tiras de bambú serán sumergido en la solución de CCA (cobre, cromo, arsénico), durante 24 horas. El conservante químico CCA (arsénico de

cobre y cromo) se utiliza para mejorar su durabilidad y protección contra los insectos. Las tiras de bambú se secaron en espacios abiertos para el contacto directo de la luz solar.



Fuente: Saha & Mandal (2018)

Figura 11.2: Geomalla de bambú

2.2.2. Capacidad de soporte de la subrasante

Para los ingenieros, las propiedades mecánicas del suelo son un factor más importante, pero las características y pruebas que se verán más adelante están diseñadas para lograr la mayor estabilidad mecánica, de modo que se pueda transmitir de manera uniforme y gradual para no tener consecuencias fatales excesivas o incluso colapso (Bañón & Beviá, 2000).

2.2.2.1. Suelos

Según Osorio (2012) refiere, el suelo es una combinación de rocas o minerales, aire y agua. Con base en estos ingredientes, las características del suelo son diferentes de un área a otra. Así mismo, son diferente el comportamiento de los diversos tipos de suelo en el trabajo de la construcción, la cual, tiene una gran influencia en el diseño y el costo.

Por otro lado, Angulo & Rojas (2016) afirman, desde una perspectiva de ingeniería, el suelo es un agregado natural, no cementado de granos minerales y materia orgánica con líquido y gas en el espacio vacío entre las

partículas. El Ingeniero sabe que el suelo tiene una influencia importante en el diseño y construcción de ingeniería.

Así mismo, Duque & Escobar (2016) sostienen, el suelo es el material más abundante en la construcción en la práctica de la ingeniería Civil, y forma parte del soporte de estructuras como edificios, canales, puentes, torres, carreteras entre otros. También se puede utilizar como material para muros y terraplén reforzados con la colocación de diques, geotextil y vertederos para adaptarse a la pendiente de las zonas urbanas. Los suelos conforman las laderas cortadas y los terraplenes de las carreteras, asimismo, son estructuras que cumplen diversas funciones en los distintos proyectos; por ejemplo, son los elementos a estabilizar cuando se trata de pendientes, y al mismo tiempo proporcionan estabilidad a otros elementos que forman parte de un tratamiento de pendientes, como estructuras, bermas, canales y vegetación que protege el suelo.

2.2.2.1.1. Tipos de suelo

Según Palli (2015) refiere, los nombres de suelo más comúnmente utilizados para identificarlos por los ingenieros civiles son los siguientes:

a. Gravas

Según Crespo (2004), la grava es una acumulación suelta de fragmentos de roca cuyo tamaño varía entre 7.62 cm (3") a 2.0 mm y mayormente se encuentran con más o menos proporción de canto rodado, arena, limos y arcilla.

b. Arenas

Según Crespo (2004) sostiene, son partículas finas producidas por la erosión de rocas o el aplastamiento artificial, y su diámetro de partículas es de entre 2 mm y 0,05 mm. La arena limpia no se contrae cuando está seca y no tampoco es plástica.

c. Limos

Según Crespo (2014), son suelos de grano fino que tiene poca o nada de plasticidad cuya dimensión de partículas esta entre 0.05 mm y 0.005 mm. Tiene muy baja permeabilidad y muy alta compresibilidad.

d. Arcillas

Según Crespo (2004), son partículas sólidas que tienen cuyo diámetro es menor de 0.005 mm, y su masa tiene la característica de volverse plástica al mezclarse con el agua. La arcilla tiene una estructura basada en la acumulación de oxígeno e iones de hidróxido. Algunas entidades tratan partículas menores de 0.002 mm como arcilla.

2.2.2.2. Subrasante

La subrasante es la capa inferior excavada en terreno natural, la cual, resistirá las diversas capas de la superficie de la carretera. Generalmente está compuesta del suelo seleccionado con las mejores características y está compactada para formar una superficie de carretera estable, por lo que no se verá afectada por la carga del vehículo, especialmente carga pesada. En el proceso de construcción, en donde los últimos 0,30 metros del suelo ubicada debajo del nivel superior de la subrasante deben compactarse al 95% de la densidad seca máxima, la cual, es obtenida mediante el ensayo del Proctor modificado referido por Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014)

Además, Según Ravines (2010) sostiene, la subrasante tiene influencia en la estructura y eficiencia del pavimento, por lo tanto, si son inestables será difícil colocar y compactar los materiales, lo cual, no proporcionará suficiente soporte para posteriores operaciones de pavimentación y los problemas no se podrán observar hasta que finalice la construcción, asimismo, cuando la estructura comience a operar y deba soportar las cargas del tránsito.

Por lo tanto, es fundamental analizar la subrasante y sus propiedades físicas como el tamaño de partícula y límite de Atterberg, así mismo, sus propiedades mecánicas en el cual se encuentra el Proctor y CBR (Quispe & Sañac, 2017).

2.2.2.2.1. Propiedades Físicas del suelo para la subrasante

Según Bañón & Beviá (2000), refiere “La subrasante es como un suelo preparado y compactado para que pueda soportar la estructura del pavimento, cuyas características que constituye a la subrasante, se consideran las variables más importantes en el diseño de la estructura del pavimento. Dichas propiedades físicas permanecen invariables, aunque estén sometidas a tratamientos como compactación, homogenización, etc.”

A. Granulometría

Son los granos que componen el suelo, que varían entre los granos más grandes, que son fácil de recolectar con la mano hasta los granos más pequeños (arena y arcilla). A partir de esto, se puede estimar los valores que tienen las características necesarias para una mayor clasificación del suelo(MTC, 2014).

Según Braja (2001) refiere, el tamaño de cualquier suelo es muy diferente, por lo tanto, para clasificarlo, es necesario distribuirlo. Esta distribución se puede obtener mediante análisis granulométrico o hidrómetro, la cual, se mide una cierta cantidad de tierra seca, por lo cual, se pasa a través de una serie de cuadrículas cada vez más pequeñas y se debe colocar una bandeja en la parte inferior para realizar un análisis del tamaño. La cantidad de suelo que queda en cada cuadrícula se podrá determina el porcentaje acumulado del suelo. Según el tamaño de las partículas que componen suelo, se pudo definir con los siguientes términos:

Tabla 2: Clasificación de los suelos de acuerdo a su tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de partículas
Grava		75mm-4.75mm
Arena		Arena gruesa: 4.75mm-2.00mm
		Arena media: 2.00mm-0.075mm
		Arena fina: 0.425mm-0.075mm
Material Fino	Limo	0.075mm-0.005mm
	Arcilla	Menor a 0.005mm

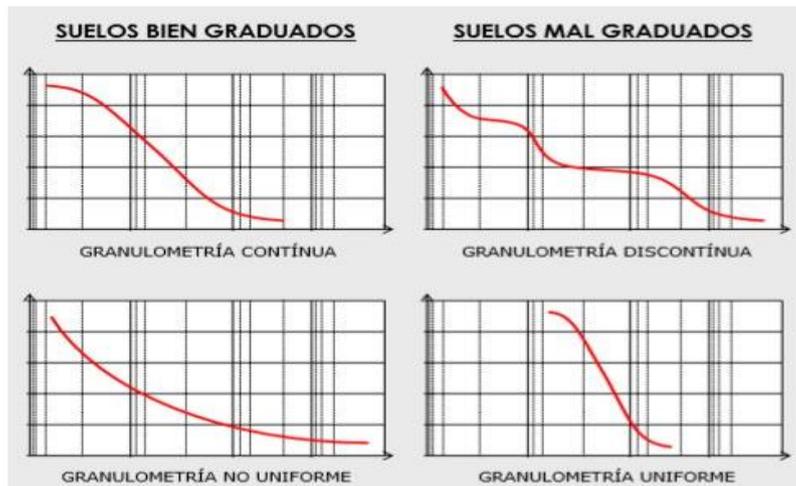
Fuente: MTC (2014): Suelos, geología y pavimentos.

Curva Granulométrica

De acuerdo a Bañón & Beviá (2000) refieren, pueden proporcionar información sobre el comportamiento de los suelos. Si analizamos la regularidad de la curva, podemos distinguir entre dos tipos de tamaño de grano:

Granulometría Discontinua: Las curvas muestran picos y secciones planas, en la cual, se observa que los tamices continuos no retienen el material, en este caso, estamos hablando de suelo mal graduado. Un claro ejemplo de este tipo de suelo son las partículas finas.

Granulometría Continua: Todos los tamices retienen materiales por lo que la curva es continua y suave. Para este tipo de suelo, se dice que está bien clasificado, es decir, es un suelo bien graduado.



Fuente: Bañón & Bevia (2000)

Figura 12.2: Interpretación de la curva granulométrica.

B. Plasticidad

Según MTC(2014) refiere, es la propiedad del suelo para poder deformarse, hasta un cierto límite, sin poder romperse. A través de él, se puede evaluar el comportamiento del suelo y saber su plasticidad del suelo. Se realiza utilizando la prueba del límite de Atterberg o llamado también límite de consistencia, para poder establecer que tan sensible se comporta el suelo en relación a su contenido de humedad, asimismo, sirven como base para cuantificar el potencial de hinchamiento y / o contracción de los materiales de ingeniería (Sivakumar et al., 2009).

Los límites de Atterberg o Consistencia que miden la cohesión del suelo son los límites:

- 1) **Límite Líquido (LL):** es el contenido de agua específico del suelo que separa el estado líquido del estado plástico. Los valores límite de líquido del suelo se obtiene mediante el método de Casagrande.
- 2) **Límite Plástico (LP):** define el contenido de agua en el que el comportamiento del suelo cambia de plástico a estado semisólido; asimismo, el suelo iniciará a fracturarse cuando se amasa en rollitos de 3 mm de diámetro.

Índice de plasticidad (IP): Es el valor diferencial numérico entre el límite líquido y plástico que indica el rango de humedad dentro de la cual se encuentra en un estado plástico y permita clasificarlos.

Tabla 3 : Clasificación de suelo según Índice de Plasticidad

Índice de plasticidad	Nivel de Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelo muy arcilloso
$7 < IP \leq 20$	Media	Suelo arcilloso
$IP < 7$	Baja	Suelo poco arcilloso con plasticidad
$IP = 0$	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC (2014): Suelos, geología y pavimentos.

C. Contenido de Humedad

Según MTC (2014) refiere, esta es una característica importante debido a que la resistencia del suelo de la subrasante (especialmente los suelos finos) está relacionada de manera directa con las condiciones de la densidad y contenido de humedad de los suelos.

La determinación de la humedad natural se compara con la óptima humedad obtenida por el ensayo del Proctor para conseguir el CBR del suelo. Si el contenido de humedad natural es igual o menor que la humedad óptima, el ingeniero deberá sugerir la compactación normal del suelo y suministrará una cantidad de agua apropiada. Por otro lado, si la humedad natural es más alta que la humedad óptima y de acuerdo a la saturación del suelo, se recomendará incrementar la energía de compactación, reemplazar el material saturado o airear el suelo.

D. Clasificación de los suelos

Los sistemas de clasificación de suelos capturan un gran conocimiento físico y permiten a los ingenieros anticipar las propiedades y el comportamiento de los suelos agrupándolos en categorías de respuesta similares en función de sus propiedades (Kovačević & Jurić-Kačunić, 2014).

Una vez que se determinen las características del suelo, mediante las pruebas anteriores, el comportamiento de los suelos se puede conocer con una aproximación suficiente mediante los datos la granulometría, la plasticidad e índice de grupo; y para luego poder clasificar los suelos (MTC, 2014).

Por otro lado, Bañón & Beviá (2000) refieren, una clasificación adecuada y rigurosa permite a los ingenieros comprender el comportamiento esperado del suelo como una base sólida, a partir de propiedades sencillas como la granulometría y plasticidad de un suelo que predicen su comportamiento mecánico. Los sistemas de clasificación de suelos son:

1) Clasificación SUCS

Según la (NTP 339.134 199, 2014) afirma:

El suelo se divide en: suelo de grano grueso y suelo de grano fino. Los granos gruesos, poseen más del 50 % de la cantidad total de muestra seca que se retiene en el tamiz N°200 (0.075 mm). Si son retenida la mitad de partículas gruesas por el tamiz N°4 (4.74mm) se representan por el símbolo G y si pasan se representa con el símbolo S. Así mismo, se adiciona una segunda letra que describe la calificación a G o S: W, la calificación es buena, con poca o ninguna finura. P, de baja calidad, uniforme o discontinuo, con poca o ninguna finura; M, cuando tiene limo o limo y arena; C, cuando tiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, son lo que se encuentran con más del 50 % bajo el tamiz N°200 (0.075 mm) y se clasifica en tres grupos, Arcilla (C), limo (M) y limo o arcilla orgánico (O).

Por otro lado, Los símbolos irán continuo a otra letra, la cual, dependerá del valor del límite líquido (LL) e indica la compresibilidad relativa: Si el límite líquido es inferior a 50 %, entonces es L y si es mayor es H.

Tabla 4: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - Suelos de grano grueso

DIVISIONES PRINCIPALES			SIMBOLO	NOMBRE TÍPICO	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN			
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW, GP, SW, SP. >12%->GM, GC, SM, SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu=D ₆₀ /D ₁₀ >4 Cc=(D ₃₀) ² /D ₁₀ xD ₆₀ entre 1 y 3		
		(sin o con pocos finos)		GP		Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
		(apreciable cantidad de finos)		GC		Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu=D ₆₀ /D ₁₀ >6 Cc=(D ₃₀) ² /D ₁₀ xD ₆₀ entre 1 y 3		
		(pocos o sin finos)		SP			Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		(apreciable cantidad de finos)		SC			Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134, 1999.

Tabla 5: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - Suelos de grano fino

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLO	NOMBRE TÍPICO	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	<p>Ábaco de Casagrande</p> <p>Este gráfico clasifica los suelos de grano fino basándose en el Índice de Plasticidad (Y) y el Límite Líquido (X). Las líneas A y B definen las zonas de clasificación: CL (Limos inorgánicos de plasticidad baja a media), CH (Arcillas inorgánicas de plasticidad alta), ML (Limos inorgánicos con ligera plasticidad), OL (Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad), MH (Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos), OH (Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos) y PT (Turba y otros suelos de alto contenido orgánico).</p>
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
	Suelos muy orgánicos		PT	

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134, 1999

2) Clasificación AASHTO

Este sistema clasifica al suelo de acuerdo al tamaño y plasticidad del grano. La clasificación considera 7 grupos desde A-1 a A-7: el suelo clasificado en los grupos A-1, A-2, A-3 es suelo granular con un 35% o menos que pasan la malla N°200; en cambio el suelo que está en los estos grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, son clasificados como suelos de material limoso y/o arcilloso.

Tabla 6: Correlación de tipos de suelo AASHTO -SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO (AASHTO M-145)	Clasificación de Suelos SUCS (ASTM - D-2487)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: MTC-Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Tabla 7: Clasificación de suelos según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de Grupo:	A-1-a	A-1-b									
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz: N.º 10 (2mm) N.º 40 (0,425mm) N.º 200 (0,075mm)	50 máx.	-	-	-			-				
	30 máx.	50 máx.	51 mín.	-			-				
	15 máx.	25 máx.	10 máx	35 máx			36 min				
Características de la fracción que pasa por el 0.425(Tamiz N°40)											
LL: Límite líquido				40 máx	41 mín.	40 máx	41 mín.	40 máx	41 mín.	40 máx	41 mín. (2)
IP: Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín.	11 mín.	10 máx	10 máx	11 mín.	11 mín.
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como sub rasante	Excelente a bueno						Regular deficiente				

Fuente: MTC (2014)

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-3

2.2.2.2. Propiedades Mecánicas del suelo para la subrasante

a. Compactación (Proctor modificado)

La compactación es una técnica para mejorar las propiedades geotécnicas del suelo, la cual, se utiliza a menudo en el rubro de la construcción, asimismo, conduce a una disminución de permeabilidad y asentamiento, y un aumento en la resistencia al cizallamiento y densidad. Sin embargo, para conseguir la mejora deseada en las propiedades del suelo se tiene que compactar el suelo a un contenido de humedad óptimo, la cual, se determina realizando la prueba Proctor (Shaivan & Sridharan, 2020)

Por otro lado, MTC (2016) en la sección E 115 sostiene, la prueba abarca el procedimiento de compactación utilizados en el laboratorio, para establecer la correlación entre el contenido de agua y peso unitario seco (curva de compactación) del suelo compactado en un molde con un diámetro de 4" (101,6 mm) o 6" (152,4 mm) y con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que se deja caer desde una altura de 18" (457 mm), ejerciendo una energía de compactación de 2700 kNm/m³ (56000 pie-lbf/pie³). Solo se aplica en suelos cuyo peso de partículas representan el 30% ó menos, las cuales, son retenidas en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " pulg (19,0 mm)

b. Relación de Valor Soporte de California (CBR, California Bearing Ratio)

California Bearing Ratio (CBR) es una manera de clasificar la capacidad del suelo para que esta se utilice como material base o subrasante en la construcción de los pavimentos. La prueba CBR mide la cizalladura del suelo fuerza bajo condiciones controladas de humedad y densidad (Wilches et al., 2018).

Según el , MTC (2016) sostiene, el propósito es hallar el índice de resistencia del suelo, la cual, se cuantifica por el valor de la relación de soporte, más conocida como CBR. Este ensayo comúnmente se ejecuta en el laboratorio en suelo preparado bajo algunas condiciones de humedad y densidad; además, se consigue realizar de manera similar en las muestras inalteradas recolectadas del suelo. Asimismo, evalúa la

resistencia portante de sub base, base y sub rasante. Los valores del CBR obtenidos en esta prueba forman parte de los métodos de diseño de pavimento flexible.

Para obtener el valor de CBR de la sub rasante, se debe considerar lo siguiente:

- El sector que tiene 6 o más valores de CBR por cada tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se considerara el valor promedio del valor total analizado para determinar el CBR
- En cambio, por cada tipo de suelo representativo o cada sección de características de suelos homogéneos que tenga valores de CBR inferiores a 6, se debe considerar lo siguiente:

Si se obtiene valores similares se tomará el valor promedio. Por otro lado, si los valores no son parecidos se toma el valor crítico, es decir, el más bajo o en cualquier caso se deba separar en secciones para agruparlos en subsectores con valores de CBR parecidos y determinar el valor promedio. Los subsectores su longitud no debe ser menor a 100m.

CBR	Usos	Clasificación general	Sistema de clasificación	
			SUCS	AASHTO
CBR < 3 %	Subrasante	Inadecuada	OH, CH, MH OL	A-5, A-6, A-7-6
CBR ≥ 3 % A CBR < 6 %	Subrasante	Insuficiente	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A-4, A-5, A-6, A-7-6, A-7-5
CBR ≥ 6 % A CBR < 10 %	Subrasante	Regular	CL, ML	A-2-7, A-4
CBR ≥ 10 % A CBR < 20 %	Subrasante	Buena	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6, A-2-7
CBR ≥ 20 % A CBR < 30 %	Subrasante	Muy buena	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-3
CBR ≥ 30 %	Subrasante	Excelente	GW, GM	A-1-a, A-1-b, A-3

Tabla 8: Calificación general de suelos a nivel se subrasante.

Fuente. Manual de Laboratorio de suelos en ingeniería Joseph Bowles (1981)

2.3. Definición de términos

Geomalla convencional.

Son estructuras planas hechas de geo sintéticos con aberturas grandes, similares a una rejilla. Sus fibras se colocan en ambas direcciones para mejorar su rendimiento. (Gavilanes, 2012).p.5

Geomalla de Bambú

Son un refuerzo natural hechas de tiras de bambú con una abertura cuadrada(Saha & Mandal, 2018).p.3

Capacidad de soporte:

La resistencia producida por los materiales de la subrasante para poder soportar cargas (NTP CE.020) p.35

Compactación

Es el proceso mecánico o manual que puede disminuir el total de volumen vacíos en suelos, morteros, concreto fresco de cemento Portland y mezclas bituminosas .MTC (2018). p.8

Índice del CBR

La relación que existe entre la presión requerida para un pistón penetrar en el suelo a cierta profundidad y la necesaria para lograr la misma penetración en una muestra patrón de grava, expresada como porcentaje. (Bañón & Beviá, 2000) p.17

2.4. Hipótesis

2.4.2. Hipótesis General

La capacidad de soporte de la subrasante con geomallas varía significativamente.

2.4.3. Hipótesis específicas

La capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial cambia significativamente

La capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú varía significativamente

2.5. Variables

2.5.2. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): Geomallas

Son estructuras planas con aberturas grandes, regulares y constantes entre 10 y 60mm, similares a una rejilla. Sus fibras se colocan en ambas direcciones para mejorar su rendimiento. (Gavilanes, 2012)

Variable dependiente (Y): Capacidad de soporte de la subrasante

La resistencia producida por los materiales de la subrasante para poder soportar cargas (NTP CE.020) p.35

2.5.3. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X): Geomallas

La variable geomallas se operacionaliza mediante sus dimensiones: geomalla convencional (Biaxial) y geomalla de bambú a su vez cada uno de sus dimensiones se subdivide en tres indicadores.

Variable dependiente (Y): Capacidad de soporte de la sub rasante

La variable capacidad de soporte se operacionaliza mediante sus dimensiones: propiedades físicas y mecánicas de la subrasante; a su vez cada uno de sus dimensiones se subdivide en indicadores.

2.5.4. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	ESCALA
V1: Geomallas	Son estructuras planas con aberturas grandes, regulares y constantes entre 10 y 60mm, similares a una rejilla. Sus fibras se colocan en ambas direcciones para mejorar su rendimiento. (Gavilanes, 2012).	La variable geomallas se operacionaliza mediante sus dimensiones: geomalla convencional (Biaxial) y Geomalla de bambú a su vez cada uno de sus dimensiones se subdivide en tres indicadores	D1: Geomalla convencional (Biaxial) D2: Geomalla de Bambú	I1: Espesor I2: ancho I3: Tamaño de abertura I1: Espesor I2: ancho I3: Tamaño de abertura	Ficha de recopilación de información.	Razón
V2: Capacidad de soporte (CBR)	Es la resistencia producida por los materiales de la subrasante para poder soportar cargas (NTP CE.020) p.35	La variable capacidad de soporte se operacionaliza mediante sus dimensiones: propiedades físicas y mecánicas de la subrasante; a su vez cada uno de sus dimensiones se subdivide en indicadores.	D1: Propiedades Físicas de la Subrasante D2: Propiedades mecánicas de la subrasante	I1: Granulometría I2: Plasticidad I3: Clasificación de suelos I1: Máxima densidad seca I2: Valor de soporte del suelo		Razón

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación:

Según Arias (2012. p.28) se refiere, a un proceso de pensamiento basado en la integración la observación, conocimientos previos, medición y el razonamiento lógico, la cual, se caracteriza por ser verificable.

Se realizará diversos ensayos de la subrasante natural y después incorporando las geomallas para así contrastar e interpretar los resultados del incremento en la capacidad de soporte.

Según las consideraciones, de esta investigación se aplicará el método científico como método general, ya que permite al estudio ser sistemático porque no hace que los hechos se vuelvan accidentales, sino que es una actividad disciplinada y es empírico porque está relacionado con la recopilación y el análisis de datos del mundo real

3.2. Tipo de Investigación:

Según Arias (2012. p. 30) considera que el método aplicado es dinámica o activa, la cual, investiga más a fondo los hallazgos de la investigación pura o básica con el fin de aplicarlos y validarlos para crear soluciones innovadoras.

En esta investigación cumple con las condiciones metodológicas de una investigación aplicada porque se usaron conocimientos adquiridos para darle solución a un problema.

3.3. Nivel de Investigación:

Según Sampieri et al.(2014, p. 95) considera que el método explicativo consiste en que comprender debido a qué sucede un fenómeno y en qué índole se manifiesta, asimismo, saber por qué se relacionan entre si las variables.

Se explicó la variación que existe en la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de la geomalla convencional (Biaxial) y la geomalla de bambú.

De acuerdo a estas consideraciones, en la investigación se empleó el método explicativo.

3.4. Diseño de la investigación:

Según Arias (2012. p. 33) considera que el método experimental consiste en “someter a un grupo de individuos u objetos a determinadas condiciones, como a tratamientos o estímulos (variable independiente), para así poder examinar las reacciones o efectos que se generan (variable dependiente)”.

La investigación se realizó un trabajo de muestreo de datos en campo, luego se realizó las pruebas correspondientes en el laboratorio y finalmente se procedió los datos y resultados en Excel.

Por lo tanto, de acuerdo a estas consideraciones, en esta investigación se aplicará el método experimental.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Según Arias(2012,p.81) considera que la población “es un conjunto infinito o finito de elementos con cualidades similares por lo que las conclusiones de la investigación serán extensas”. Sus cualidades se encontraran determinadas por el problema y objetivos de la investigación.

En esta investigación la población estuvo conformada por el suelo de la subrasante de la vía de la calle 6 de la zona urbana de Casa blanca del distrito de Pachacamac, la cual tiene una longitud de 1.5km aprox.

3.5.2. Muestra

Según Sampieri et al.(2014. p.175) considera que la muestra consiste en “un subgrupo de elementos que se encuentra dentro de un grupo determinado con características similares al que denominamos población”.

En la presente investigación la muestra está conformada por el suelo a nivel de sub rasante de la calle 6 comprendida entre la calle La Alameda y la calle 10 de la Urbanización de Casa blanca del distrito de Pachacamac, la cual tiene una longitud de 700mts.

3.5.3. Muestreo

Según Arias(2012, p.85) se refiere que el muestreo de tipo No probabilístico se basa en un método de selección en la muestra se selecciona con base en criterios no aleatorios y no todos los miembros de la población tienen la posibilidad de ser incluidos.

En la presente investigación se empleó un muestreo no probabilístico ya que estuvo orientado por las características de la investigación.

3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnica.

Según Arias(2012, p.69) considera que la técnica de Observación directa consiste en recopilar información visualmente o capturando cualquier situación, fenómeno o hecho que ocurra en la naturaleza o la sociedad de manera sistemática, las cuales, objetivos de investigación predeterminados

En la presente investigación se empleó la técnica de la Observación directa para la recopilación de información. Se utilizó en la toma de muestras e inspección de la composición estratigráfica del suelo en el primer tramo que comprende la investigación.

3.6.2. Instrumento:

Según Arias (2012) considera que el instrumento aplicar es la ficha de recopilación de datos que fue formulada buscando las relaciones de: Variable, dimensión e indicador

En la presente investigación se empleará el instrumento de la ficha de recopilación información, en el cual, su modelo se muestra en el anexo 4, 5,6 y 7 que corresponden a los ensayos.

3.7. Procesamiento de información

Los datos se procedió través de las hojas de cálculo del programa Excel en el cual se utilizarán las tablas, cuadros y gráficos para poder obtener los resultados de los ensayos de manera rápida y confiable.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

a. Fase de Pre campo

Recolección y selección

Se desarrolló este procedimiento en la recolección de bambú, la cual no deberá presentar agrietamiento para poder obtener buenos resultados.

b. Fase de Campo

Calicatas

Este procedimiento se realizó de acuerdo a la Norma CE.010 (2010) en donde especifican que para una vía de tipo local de una área de 3600m², le compete solo 1 punto de investigación, asimismo, explican que para tener un mejor detalle del suelo se debe tener un mínimo de 3 puntos de investigación, por lo cual, en el área estudiada se efectuaron 3 calicatas, las cuales, fueron distribuidas a 350 m con respecto a otra, cuya profundidad fueron de 1.50 m. Además, se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de las muestras para así seleccionar cual fue más conveniente.

c. Fase de Post Campo

Trabajo de Laboratorio

Las pruebas que fueron sometidas las muestras representativas son los siguientes:

- Ensayo granulométrico por tamizado (NTP. 339.128 /MTC E-107)
- Limites de Atterberg o consistencia (AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)
- Clasificación SUCS- AASHTO (ASTM D 2487 – ASTM D 3282)
- Proctor modificado (NTP 339.141:1999 /MTC E 115)
- California Bearing Ratio (CBR) (NTP. 339.145/ MTC E-132)

CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS

4.1. Estudios previos

4.1.1. Exploración de campo

Antes de poder realizar los ensayos en el laboratorio y así poder determinar la capacidad de soporte de la subrasante debemos conocer su clasificación, por lo que se realizaron 03 calicatas, de las cuales se extrajeron una muestra por cada calicata y luego fueron llevadas al laboratorio para conocer los materiales que componen la subrasante. Se realizaron las siguientes pruebas:

- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia o Atterberg.
- La Clasificación SUCS – AASTHO

Tabla 9: Ubicación de las calicatas

Calicata	Ubicación	Prof.
C-1	Intercepción de la calle 6 con la calle 10	1.50m
C-2	Calle 6	1.50m
C-3	Intercepción de la calle 6 con La Alameda	1.50m

Fuente: elaboración propia

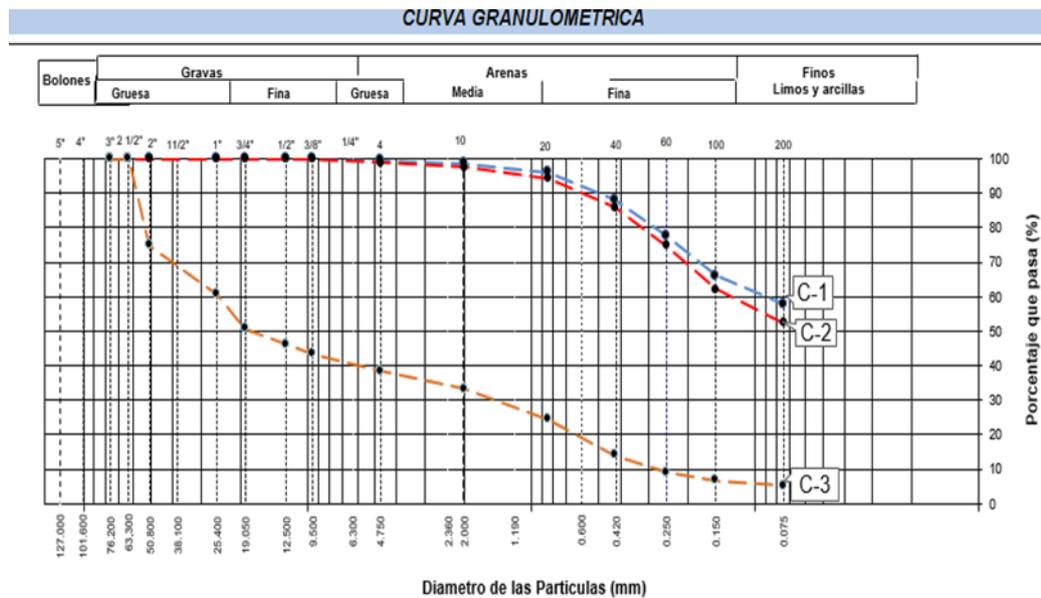
4.1.2. Análisis granulométrico

Se realizaron los ensayos de granulometría para poder determinar cuantitativamente la distribución de tamaño de las partículas del suelo. En la siguiente Tabla 10. Se muestra el porcentaje pasante por cada tamiz que fueron obtenidos por el ensayo de análisis granulométrico de cada muestra extraída de las calicatas.

Tabla 10: Resultados de granulometría

TAMIZ	abertura (mm)	% Que pasa		
		C-1	C-2	C-3
5"	127.000	100.0	100.0	100.0
4"	101.600	100.0	100.0	100.0
3"	76.200	100.0	100.0	100.0
2 1/2"	63.300	100.0	100.0	100.0
2"	50.800	100.0	100.0	74.9
1 1/2"	38.100	100.0	100.0	68
1"	25.400	100.0	100.0	60.6
3/4"	19.000	100.0	100.0	50.7
1/2"	12.500	100.0	100.0	46.3
3/8"	9.500	100.0	100.0	43.4
Nº 4	4.750	99.6	98.9	38.5
Nº 10	2.000	98.7	97.5	33.2
Nº 20	0.840	96.1	94.3	24.3
Nº 40	0.425	88.1	85.9	14.0
Nº 60	0.250	77.7	75.0	9.1
Nº 80	0.177	77.7	75.0	9.1
Nº 100	0.150	66.1	62.1	6.6
Nº 200	0.075	57.9	52.5	5.2
< Nº 200	FONDO			

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Figura 13.4: Diagrama de curva granulométrica de las calicatas

Tabla 11:Contenido de porcentaje de material

Material	Calicatas		
	C-1	C-2	C-3
Grava	0.4%	1.1%	61.5%
Arena	41.6%	46.%	33.4%
Finos	57.9%	52.2%	5.2%

Fuente: elaboración propia

La Tabla 11, se muestra el porcentaje de los materiales de grava, arena, finos (arcilla y limo) correspondiente de las de las 03 calicatas. El contenido de grava de la calicata 01 y 02 es bajo con un promedio de 0.75%, mientras que la calicata 03 contiene un 61.5%; en cuanto a la arena de la calicata 01, presenta 41.6% que su contenido es más bajo en comparación con las otras 02 calicatas, asimismo, presenta un mayor porcentaje de contenido fino entre limos y arcillas 57.9%.

4.1.3. Determinación de límite de consistencia

Tabla 12:Resultados de Limite de consistencia

CALICATA	LL	LP	IP
C-1	32	23	9
C-2	33	25	8
C-3	NP	NP	NP

Fuente: elaboración propia

Conforme a los valores mostrados en la tabla 12. y establecidos en el manual de Carreteras en sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Ver tabla 3), podemos inferir que los valores de IP de la calicata C-01 y C-02 están entre $7 < IP \leq 20$; son arcillas moderadamente plásticas. En cambio, la C-3 no presenta plasticidad

4.1.4. Clasificación SUCS Y AASHTO

Para la clasificación, se consideró el análisis granulométrico y los límites de consistencia. En la Tabla 13. Se muestran los resultados de la clasificación general del suelo según SUCS-AASTHO.

Tabla 13: Clasificación SUCS y AASHTO

CLASIFICACIÓN SUCS-AASHTO			
Calic.	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO
C-1	Arcilla de baja plasticidad mezclado con arena (41.6%) y escasa grava (0.4%)	CL	A-4(5)
C-2	Limo mezclado con arena (46.4%) y poca grava (1.1%)	ML	A-4(4)
C-3	Grava pobremente gradada mezclada con arena (33.4%) y poco finos (5.2%)	GP-GM	A-1-a (0)

Fuente: elaboración propia

4.1.5. Ensayo Proctor

Se muestra los resultados de la densidad seca para una humedad óptima para las muestras de cada calicata.

Tabla 14: Resultados del Proctor modificado

CALICATA	MDS (gr/cm)	OCH (%)
C-1	1.941	14.00
C-2	1.963	13.4
C-3	2.201	4.2

Fuente: elaboración propia

4.1.6. Ensayo CBR

Tabla 15: Resumen del ensayo del CBR

DESC	SN (Suelo natural)		
	C-1	C-2	C-3
CBR al 95 (%)	4.00	4.90	31.5

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 15. Se puede observar los valores de CBR al 95% de penetración 0.1" y establecidos en el manual de Carreteras en sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Ver tabla 9), podemos inferir que la muestra de la calicata C-3 corresponde a la categoría S5, cuya sub

rasante es excelente con un valor de $\text{CBR} \geq 30\%$, la cual, no necesita ser mejorada. En cambio, la calicata C-1 y C-2 les corresponde la categoría S1 sub rasante pobre con $3 \leq \text{CBR} < 6\%$, las cuales, necesitan ser mejorada y resultan convenientes para el estudio.

4.2. Análisis

4.2.1. Estimación del cambio de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial

a) Evaluación de la geomalla convencional

Se utilizó la geomalla biaxial EGB30, porque tiene las características idóneas para poder utilizarla en el reforzamiento del suelo. Para la determinación de la resistencia de tracción de la geomalla se aplicó la metodología de la norma ASTM D 6637, de acuerdo a la normativa existentes métodos, por la cual, se escogió la prueba de una sola cuerda de la malla en tensión- Método A con este ensayo se logró medir resistencia última que alcanzan los materiales hasta llegar a la rotura. A partir de los datos registrados, se reporta la resistencia última promedio de la costilla promediando un conjunto de resistencias últimas a la tracción obtenidas en cada prueba.

Tabla 16: Características físicas de la Geomalla Biaxial

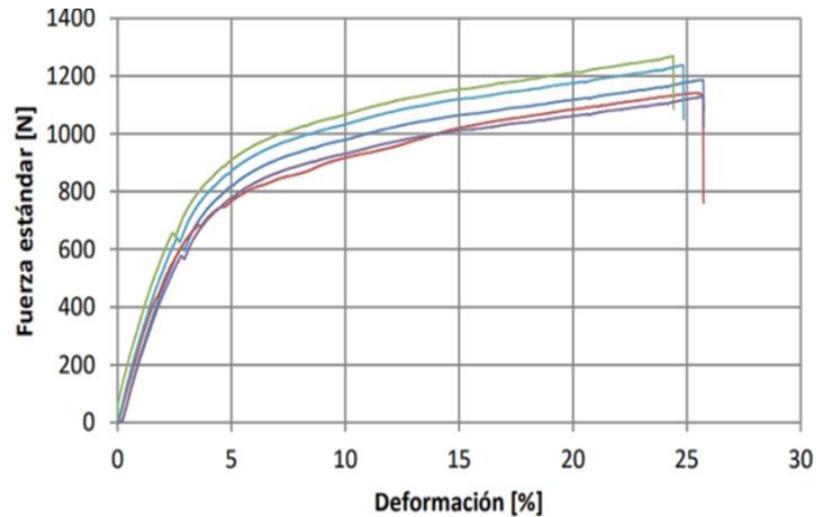
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Abertura longitudinal	36mm
Abertura transversal	38mm
Espesor	2.00mm
Ancho	5mm

Fuente: elaboración propia

Tabla 17: Resultados de resistencia de tracción de la geomalla Biaxial

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (KN)					PROMEDIO (KN)
P1	P2	P3	P4	P5	
1.17	1.24	1.14	1.21	1.16	1.18

Fuente: elaboración propia



Fuente: Ensayo de laboratorio

Figura 14.4: Grafica de fuerza vs Deformación de la geomalla convencional

b) Determinación de CBR % con geomallas biaxiales

Tabla 18: Resultados de CBR con geomallas biaxiales

DESC	SN (suelo natural)		SN+Geomalla convencional (Biaxial)	
	C-1	C-2	C-1	C-2
CBR (%)	4.00	4.90	5.70	6.90
Densidad Máxima seca (gr/cm ³)	1.941	1.963	1.954	1.963

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Cuantificación de la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú

a) Evaluación de la geomalla de bambú

La caña de bambú que se utilizó fue preservada mediante una solución química de bórax. Antes de realizar la inmersión se perforó todos los tabiques interiores para permitir que, entre la solución, el procedimiento tuvo una duración de 5 días. Por último, se dejó secar al aire libre apoyados sobre un caballete.

La estructura de la geomalla está conformada por tiras de bambú con aberturas cuadradas tipo biaxial, con un ancho de 5 mm y espesor de 2mm cuyos patrones de conexión fueron entretnejidos para mantener el mismo tamaño de abertura durante la preparación de la geomalla de bambú.

Por lo que se analizaron mediante el ensayo de tracción para determinar sus características físicas y mecánicas con el fin de proporcionar resistencia y rigidez a los suelos con baja capacidad de soporte

Tabla 19:Características físicas de la geomalla de bambú

Propiedades Física	Unidad	Valor
Ancho	mm	5.00
Espesor	mm	2.00
Espaciado de cuadrículas	mm x mm	30x35
Abertura de rejillas	mm x mm	25x30

Fuente: elaboración propia

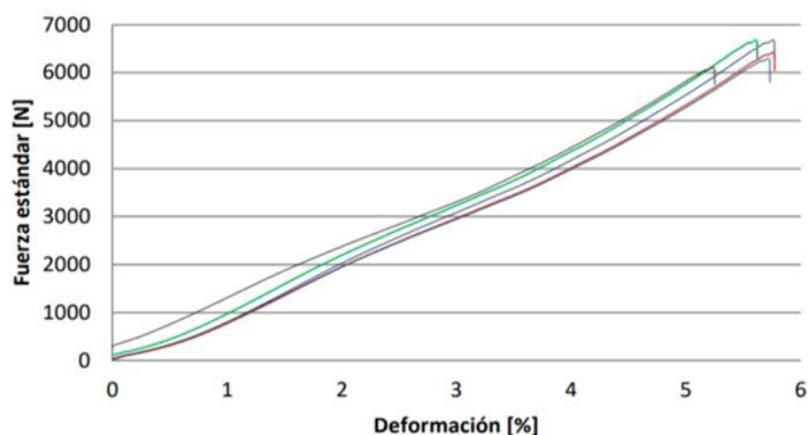
Tabla 20:Resultados de resistencia de tracción de geomalla de bambú

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (KN)					PROMEDIO (KN)
P1	P2	P3	P4	P5	
6.58	6.82	6.62	6.12	6.87	6.60

Fuente: elaboración propia

En la tabla 19, se puede apreciar una resistencia a la tracción promedio de 6.6 KN en la geomalla de bambú.

Figura 15.4: Grafica de fuerza vs Deformación de la geomalla de bambú



Fuente: Ensayo de laboratorio

b) Determinación de CBR % con geomallas de bambú

Tabla 21: Resultados de CBR% con geomallas de bambú

DESC	SN		SN+Geomalla de bambú	
	C-1	C-2	C-1	C-2
CBR (%)	4.00	4.90	8.6	9.5
Densidad Máxima seca (gr/cm3)	1.941	1.963	1.951	1.963

Fuente: elaboración propia

4.2.3. Determinación de la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas

Tabla 22: Resultados de CBR % con geomallas

DESC	SN		SN+Geomalla convencional (Biaxial)		SN+Geomalla de bambú	
	C-1	C-2	C-1	C-2	C-1	C-2
CBR (%)	4.00	4.90	5.70	6.90	8.60	9.50
Densidad Máxima seca (gr/cm3)	1.941	1.963	1.954	1.963	1.951	1.963

Fuente: elaboración propia

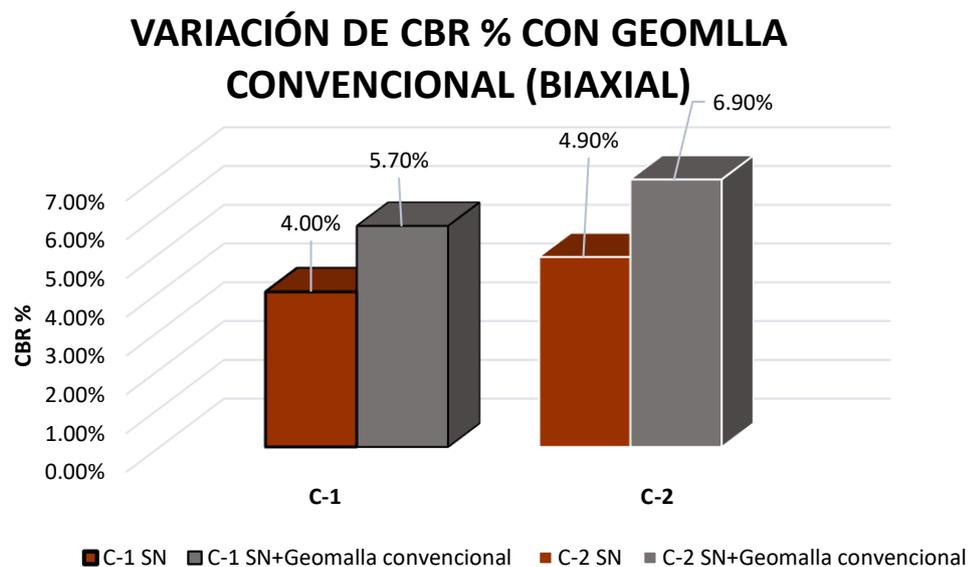
4.3. Resultados

4.3.1. Estimación del cambio de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial

Tabla 23: Variación de CBR % con geomallas biaxial

CALICATAS	MATERIAL	CBR (%)	INCREMENTO (%)
C-1	SN (Suelo Natural)	4.00	
	SN+ Geomalla convencional	5.70	42.5
C-2	SN	4.90	
	SN+ Geomalla convencional	6.90	40.50

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Figura 16.4: Variación de CBR % con geomallas biaxial

En la tabla 23. La capacidad de soporte del suelo de la subrasante de la C-1 y C-2 modificado con geomalla convencional biaxial alcanza 5.7% y 6.9% frente a 4.00% y 4.9% de subrasante natural; representando en incremento 42.5% y 40.50% respecto al suelo natural.

Tabla 24: Variación promedio de CBR % con geomallas biaxial

CALICATAS	CBR (%)		Incremento (%)
	SN (Suelo Natural)	SN+ Geomalla convencional	
C-1	4.00	5.7	42.5
C-2	4.90	6.90	40.50
Valor promedio %	4.45	6.3	41.5

Fuente: elaboración propia

En la tabla 24. La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales alcanza un promedio 6.30% frente a 4.45% de subrasante natural; representado en incremento de 41.5% respecto al suelo natural

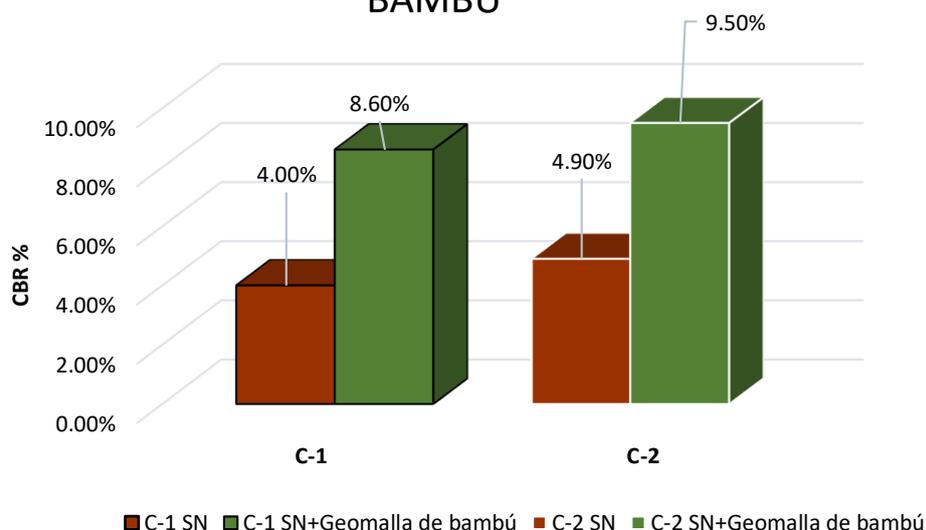
4.3.2. Cuantificación de la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú

Tabla 25: Variación de CBR % con geomallas de bambú

CALICATAS	MATERIAL	CBR (%)	INCREMENTO (%)
C-1	SN	4.00	
	SN+GMB	8.60	115.00
C-2	SN	4.90	
	SN+GMB	9.50	115.00

Fuente: elaboración propia

VARIACIÓN DE CBR % CON GEOMALLA DE BAMBÚ



Fuente: elaboración propia

Figura 17.4: Variación de CBR % con geomalla de bambú

En la tabla 25. La capacidad de soporte del suelo de la subrasante de la C-1 y C-2 modificado con geomalla convencional biaxial alcanza 8.6% y 9.5% frente a 4.00% y 4.9% de subrasante natural; representando en incremento 115% respecto al suelo natural.

Tabla 26: Variación promedio de CBR % con geomallas de bambú

CALICATAS	CBR (%)		Incremento (%)
	SN (Suelo Natural)	SN+ Geomalla de bambú	
C-1	4.00	8.6	115
C-2	4.90	9.5	115
Valor promedio %	4.45	9.05	115

Fuente: elaboración propia

En la tabla 26. La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas de bambú alcanza un promedio 9.05% frente a

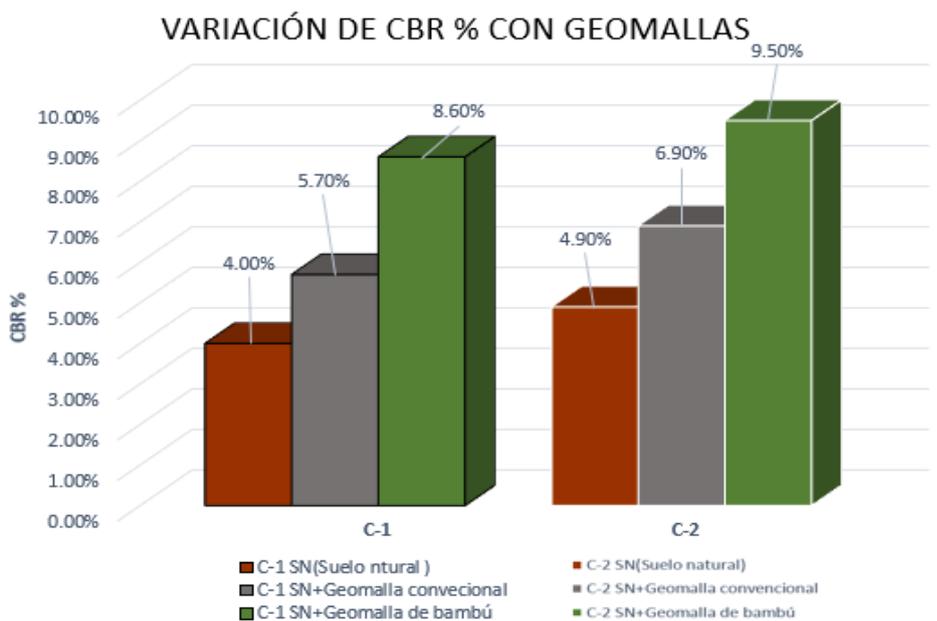
4.45% de subrasante natural; representado en incremento de 115 % respecto al suelo natural

4.3.3. Determinación de la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas

Tabla 27: Variación de CBR% con geomallas

CALICATA S	MATERIAL	CBR (%)	INCREMENTO (%)
C-1	SN (Suelo natural)	4.00	
	SN+Geomalla convencional	5.70	42.5
	SN+Geomalla de bambú	8.60	115.00
C-2	SN (Suelo natural)	4.90	
	SN+Geomalla convencional	6.90	40.50
	SN+Geomalla de bambú	9.50	115.00

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Figura 18.4: Variación de CBR % con geomallas

Tabla 28: Variación promedio de CBR% con geomallas

MATERIAL	CBR (%)	Incremento (%)
SN (Suelo natural)	4.45	-
SN+Geomalla convencional	6.3	41.5
SN+Geomalla de bambú	9.5	115

Fuente: elaboración propia

En la tabla 28. La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales y de bambú mejoran un promedio de 6.3% y 9.05% representando un incremento de 41.5% y 115% respectivamente, comparado con el CBR del suelo natural de 4.4%

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Discusión 1:

La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales alcanza un promedio 6.30% frente a 4.45% de subrasante natural; representado en incremento de 41.5% respecto al suelo natural del tipo A-4.

Al respecto, citado como antecedente nacional Carhuamaca (2020) en la tesis de grado titulado: “Estabilización de la sub-rasante con el uso de geomalla biaxial en la avenida Piura en la localidad de Tunal, provincia de Huancabamba – Piura - 2019”, que obtuvo resultados de CBR al 95% para 0.1” de suelo tipo CL, sin geomalla biaxial: 7.5% CBR al 95% para 0.1” de suelo tipo CL, con geomalla biaxial: 10% , incrementando a un 33% su capacidad.

Así mismo, citado como antecedente Internacional Kaur & Kumar(2020) , “Efecto sobre el valor CBR del suelo expansivo con geomalla de refuerzo , tuvo como resultado del CBR del suelo de sub-grado fue del 6,6% sin refuerzo y 16,4% cuando se colocó la geomalla obteniendo un incremento de 50% -150% respecto al suelo no reforzado.

Como puede observarse, los valores determinados para OE1 son similares a los del antecedente; por lo tanto el objetivo es alcanzado.

Discusión 2

La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas de bambú alcanza un promedio 9.05% frente a 4.45% de subrasante natural; representado en incremento de 115 % respecto al suelo natural de tipo A-4.

Al respecto, citado como antecedente internacional Saha & Mandal (2018) “Rendimiento del pavimento de asfalto recuperado reforzado con geomalla

de bambú y geocelda de bambú” que obtuvo los siguientes resultados: La capacidad de carga de RAP de 150 mm de espesor es observado como 121,4 kPa aumenta en 33,7 - 80,8% cuando se refuerza con una sola capa de geomalla de bambú a varios niveles, así mismo, en su otra investigación sostienen lo mismo , donde el resultado fue que La capacidad de carga de RAP aumenta en un 36%, 31%, 20% y 6% cuando se refuerza con geomalla de bambú. Por otro lado Soundara et al.(2017) sostienen, la aplicación de bambú para mejorar la capacidad de carga y reducir el asentamiento del suelo ha demostrado ser un enfoque alternativo y económico para la mejora del suelo.

Como puede observarse, los valores determinados para OE2 son parecidos a los antecedente; por lo tanto el objetivo es alcanzado.

Discusión 3

La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales y de bambú mejoran un promedio de 6.3% y 9.05% representando un incremento de 41.5% y 115% respectivamente, comparado con el CBR del suelo natural de solo 4.4%.

Al respecto, citado como antecedente internacional (Hegde & Sitharam, 2015), en su artículo científico titulado: “Uso del bambú en la ingeniería de terrenos blandos y su comparación de rendimiento con geo sintéticos: Estudios experimentales”, obtuvo los siguientes resultados: La capacidad de carga máxima del lecho de arcilla reforzada con celda de bambú y rejilla de bambú fue 1,2 - 1,5 veces mayor que el del lecho de arcilla reforzado con geoceldas y geomallas, dándose a conocer que tuvo mejor resultado con el bambú , así mismo, Chacko & Joseph (2016) afirman, el bambú tiene propiedades deseables necesarias para los geo sintéticos, por lo que el bambú puede usarse como refuerzo de tensión en el suelo y por último, Soundara et al.(2017) sostienen, la aplicación de bambú para mejorar la capacidad de carga y reducir el asentamiento del suelo ha demostrado ser un enfoque alternativo y económico para la mejora del suelo. Con alta

resistencia a la tracción y buenas propiedades de flexión, el bambú es adecuado para usarse como refuerzo de tierra material.

Como puede observarse, los valores determinados para OE3 son parecidos a los del antecedente; por lo tanto el objetivo es alcanzado.

CONCLUSIONES

Conclusión 1:

La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales alcanza un promedio 6.30% frente a 4.45% de subrasante natural; representado un incremento de 41.5% respecto al suelo natural del tipo A-4. Asimismo, la teoría muestra que para usar un suelo como capa subrasante debe ser categorizado con un CBR mayor al 6% de los resultados obtenidos, se puede inferir que pertenece a la categoría de subrasante regular.

Conclusión 2:

La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas de bambú alcanza un promedio 9.05% frente a 4.45% de subrasante natural; representado en incremento de 115 % respecto al suelo natural de tipo A-4. Lo que significa que hubo una variación significativa. Así mismo, la teoría muestra que para usar un suelo como capa subrasante debe ser categorizado con un CBR mayor al 6% de los resultados obtenidos, se puede inferir que pertenece a la categoría de subrasante regular.

Conclusión 3:

La capacidad de soporte del suelo de subrasante modificado con geomallas convencionales biaxiales y de bambú mejoran un promedio de 6.3% y 9.05% representando un incremento de 41.5% y 115% respectivamente, comparado con el CBR del suelo natural del tipo A-4 con solo 4.4%. Como se puede observar resulta mas favorable el empleo de la geomalla de bambú por mejorar la resistencia de la subrasante considerablemente.

RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda colocar la geomalla de convencional (Biaxial) a una altura de $h/2$ desde la parte superior del molde del CBR, el cual nos garantizara el incremento del CBR de 41.50%. Asimismo, se debe realizar investigaciones independientes para cada tipo de suelo y buscar una geomalla con características adecuadas, para que su funcionamiento sea el óptimo.

Recomendación 2: Se recomienda colocar la geomalla de bambú a una altura de $h/2$ desde la parte superior del molde del CBR, el cual nos garantizara el incremento del CBR en un 115%. Asimismo, para el uso de este tipo de geomallas de bambú se recomienda investigar en diferentes tipos de suelos y analizar otras medidas aperturas o espesores para poder establecer si inciden en la resistencia del suelo.

Recomendación 3: Realizado las comparaciones se recomienda el uso de la geomalla de bambú por generar un incremento de 115 % en la capacidad de soporte de la subrasante, previamente tratada mediante una solución química de bórax; asimismo, brinda impactos positivos y además es un material económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, C. L., & Flórez, J. D. (2016). "Análisis de reducción de costos en obras viales mediante optimizaciones de ingeniería en los diseños de pavimentos flexibles: caso de estudio, obra mejoramiento de la carretera cu-110 "huarocondo – pachar"(Tesis de licenciatura). Universidad Andina del Cusco.
http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3318/3/lopez_schuler.pdf
- Ahirwar, S. K., & Mandal, J. N. (2018). Behaviour of bamboo grid-reinforced soil bed. International Journal of Geotechnical Engineering.
<https://doi.org/10.1080/19386362.2018.1550909>
- Almendarez, L. N., & Reyes, J. carlos. (2017). Diseño de Pavimentos Flexibles con Refuerzo de Geomalla Triaxial Utilizando la Metodología Giroud-Han : Caso de Aplicación en Honduras. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.
http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/student_Papers/SP495.pdf
- Alza, A. (2015, February). Importancia de las geomallas en la construcción de carreteras | Vialidad y Transporte Latinoamericano. Vialidad y Transporte Latinoamericano. <http://vialidadytransporte.com/noticia/15-importancia-geomallas-construccion-carreteras>
- Angulo, D., & Rojas, H. F. (2016). Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH. El Milagro, 2016(Tesis de Licenciatura). Universidad científica del Perú.
- Araujo, D. L. (2015). PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne Y *Guadua angustifolia* Kunth ESTABLECIDAS EN CAMPO DEFINITIVO, TULUMAYO - TINGO MARÍA (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/632>
- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación 6a edición. Editorial Episteme.

https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION

Bañón, L., & Beviá, J. F. (2000). Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. Contrastista de Obras, S.A, 2(ISBN 84-607-0123-9), 1–328. file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/SEPTIMO A/TRAZADO II/LIBROS/MC_Tomo_2.pdf

Buestán, J. C. (2019). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.

Caballero, E. A. (2006). Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible.

Cárdenas, R. A., & Linares, J. J. (2017). Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas(Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú.

Carhuamaca, C. M. (2020). “Estabilización de la sub-rasante con el uso de geomalla biaxial en la avenida Piura en la localidad de Tunal, provincia de Huancabamba – Piura - 2019”(Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52317>

Chacko, S. S., & Joseph, S. . (2016). Experimental Investigation on Soil Reinforced with Bitumen coated Bamboo. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 3(09), 66–68.

Chura, J. daniel. (2019). Capacidad soporte (cbr) de suelo arcilloso con extracto de tallo de plátano en la carretera Huallanda - Santa Rosa, Jaén (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Jaen. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/117>

Duque, G., & Escobar, C. (2016). Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas. Geomecánica Para Ingenieros, 11–28.

Esperitu, A. M. (2019). “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sabila en la carretera la Esperanza – Malconga, km 5 Matamarca - 2018”(Tesis de licenciatura).

Universidad de Huanuco.

Gavilanes, N. E. (2012). Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera zumbahua- la maná”.

Gonzalez, S. A. (2017). Análisis de la estabilidad global de un relleno reforzado con geosintético en la localidad de Llico.

Hegde, A., & Sitharam, T. G. (2015). Use of Bamboo in soft-ground engineering and its performance comparison with geosynthetics: Experimental studies. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 27(9), 1–9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0001224](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001224)

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. del pilar. (2014). Metodología de la investigación (6ta ed.) (McGRAW-HIL). <http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150>

Juarez, D. A. (2019). Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción(Tesis de licenciatura). Pontifica Universidad Catolica del Perú. <https://n9.cl/xsmc>

Kaur, M., & Kumar, S. (2020). Effect on cbr value of expansive soil with geogrid reinforcement.11(8),482–489. <https://doi.org/10.34218/IJARET.11.8.2020.047>

Kovačević, M. S., & Jurić-Kaćunić, D. (2014). European soil classification system for engineering purposes. *Gradjevinar*, 66(9), 801–810. <https://doi.org/10.14256/JCE.1077.2014>

Martinez, S. (2015). Bambú Como Material Estructural: Generalidades, aplicaciones y modernización de una estructura tipo(Tesis de licenciatura). Universidad Pontifica de Valencia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arquitectura_con_bambú.JPG

Maulana, M., Hanova, Y., Waruwu, A., & Putra, E. R. (2017). Simplified method for prediction of settlement in bamboo piles-reinforced peat under embankment. *International Review of Civil Engineering (I.RE.C.E.)*, 8(6), 299–306. <https://doi.org/10.5937/jaes17-18793>

- MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). MANUAL DE CARRETERAS MC-05-14 Seccion Suelos y pavimentos.
- MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (pp. 1–1268).
- MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). “Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial” (pp. 1–23).
- Norma CE.010. (2010). Pavimentos Urbanos. In Reglamento Nacional de Edificaciones.
- NTP 339.134 199. (2014). INDECOPIComisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias].
- Orejon, E. V. (2019). Propuesta del mejoramiento de la subsrante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de soporte califonia -Distriro de Ahuac (Tesis de licenciatura). Universidad Continental. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Orrego, D. A. (2014). Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles (Tesis de licenciatura). Pontifica Universidad Catolica del Perú. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5419/ORREGO_DANIEL_ANALISIS_GEOMALLAS_BASES_GRANULARES_PAVIMENTOS_FLEXIBLES.pdf;jsessionid=5E0A4A1DE57711F906C62DAE9A2D3B49?sequence=1
- Osorio, S. (2012). Apuntes de Geotecnia con Énfasis en Laderas: La Ingeniería de Suelos. <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2012/03/la-ingenieria-de-suelos.html>
- Palli, E. E. (2015). “Guia Basica Para Estabilizacion De Suelos Con Cal En Caminos De Baja Intensidad Vehicular En La Provincia De San Roman.”
- Quispe, E., & Sañac, M. (2017). Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante

- en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018. Para. [http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/33/Tesis - Evaluacion del Crecimiento de Plantines de Arandonos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/33/Tesis-Evaluacion-del-Crecimiento-de-Plantines-de-Arandonos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramírez, J. C. (2017). Análisis del terreno natural -aplicando material geosintético mejorando su resistencia para la base granular de la carretera de Yangas – Lima 2017. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26893>
- Romo, R., & Carlos, J. (2006). El bambú como material de construcción. *Conciencia Tecnológica*, 31, 67–69.
- Saha, D. C., & Mandal, J. N. (2017). Behavior of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Using Bamboo Geogrid. 14–16.
- Saha, D. C., & Mandal, J. N. (2018). Performance of reclaimed asphalt pavement reinforced with Bamboo geogrid and Bamboo geocell. *International Journal of Pavement Engineering*, 21(5), 571–582. <https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1502432>
- Shaivan, H. S., & Sridharan, A. (2020). Comparison of Reduced Modified Proctor vs Modified Proctor. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(6), 6891–6897. <https://doi.org/10.1007/s10706-020-01405-3>
- Sharma, P., Dhanwantri, K., & Mehta, S. (2014). Bamboo as a Building Material. *International Journal of Civil Engineering Research*, 5(3), 249–254. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican02011888-29dbuild>
- Sivakumar, V., Glynn, D., Cairns, P., & Black, J. A. (2009). A new method of measuring plastic limit of fine materials. *Geotechnique*, 59(10), 813–823. <https://doi.org/10.1680/geot.2009.59.10.813>
- Soundara, B., Mehala, S., Kiruba, M., Kalyani, B., & Jayanthi, V. (2017). Experimental Study on Bamboo-Jute Composite Reinforced Soft Clay. *Indian Geotechnical Conference 2017 GeoNEst*, 1–3.
- Tapia, A., Barona, F., Inga, L., & Santos, E. (2017). Diseño De Un Pavimento

Utilizando Geomallas En Tramo De La Carretera Bajada De Chanduy – Aguas Verdes -Pocito (Absc. 2+900 Hasta Absc. 3+600). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2, 8. [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7649/1/Diseño de un Pavimento utilizando geomallas.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7649/1/Diseño%20de%20un%20Pavimento%20utilizando%20geomallas.pdf)

Vargas, J., Moncayo, M., Córdova Rizo, J., Maza, C., Barzola, I., Velasco, G., Salcedo, I., Guzhñay, J., & Lucio, S. (2017). La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. *Ingeniería*, 21(1), 63–71.

Waruwu, A., Halim, H., Nasution, T., & Hanova, Y. (2018). Bamboo grid reinforcement on peat soil under repeated loading. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(8), 2190–2196. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.2190.2196>

Wilches, F. J., Jairo, J., Díaz, F., Rodrigo, J., & Ávila, H. (2018). Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for soil from Sincelejo city in Colombia. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(4), 2068–2071. <http://www.ripublication.com>

Zumrawi, M., & Mansour, N. (2016). Laboratory Evaluation of Geogrids Used for Stabilization Soft Subgrade. 10(3), 418–421.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Análisis comparativo entre la geomalla convencional y de bambú en la capacidad de soporte de la subrasante

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿Cuánto varía la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas?</p> <p>Problema Especifico ¿Cuánto cambia la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial?</p> <p>¿Cuánto varía la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú?</p>	<p>Objetivo General Determinar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomallas.</p> <p>Objetivo Especifico Estimar el cambia la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial</p> <p>Cuantificar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla de bambú</p>	<p>Hipótesis General La capacidad de soporte de la subrasante con geomallas varía significativamente.</p> <p>Hipótesis Especifico La capacidad de soporte de la subrasante empleando geomalla convencional biaxial cambia significativamente</p> <p>La capacidad de soporte de la subrasante empleando</p>	<p>V1: Geomallas</p> <p>V2: Capacidad de soporte (CBR)</p>	<p>D1: Geomalla convencional (Biaxial)</p> <p>D2: Geomalla de Bambú</p> <p>D1: Propiedades Físicas de la Subrasante</p>	<p>I1: Espesor I2: Ancho I3: Abertura</p> <p>I1: Espesor I2: Ancho I3: Abertura</p> <p>I1: Granulometría I2: Plasticidad I3: Clasificación de suelos</p>	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo comparativo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: La población está conformada por estuvo constituida por la vía de la calle 6 de la zona urbana de Casa blanca del distrito de Pachacamac, la cual</p>

		geomalla de bambú varia significativamente		D2: Propiedades mecánicas de la subrasante	I1: Máxima densidad seca I2: Valor de soporte del suelo	tiene una longitud de 1.5km aprox. Muestra: La muestra está conformada por un tramo de la vía de la calle 6 de la zona urbana de Casa blanca del distrito de Pachacamac, la cual tiene una longitud de 700m. Técnica: Observación directa Instrumento: Ficha de recopilación de información
--	--	---	--	--	---	--

ANEXO 1: SOLICITUD DE CONSENTIMIENTO

SOLICITUD DE CONSENTIMIENTO

"Año de la universalización de la salud"

SOLICITO: Permiso para realizar trabajos

en vía publica

ESTIMADO SR. GUILLERMO ELVIS PÓMEZ CANO

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHACAMAC

Yo, **Carla Karina Fernández Ruiz**, identificado con DNI. N° 73202786, domiciliado en: Asoc. María Misionera Mz "D" LT 14 del distrito de San Juan de Miraflores.

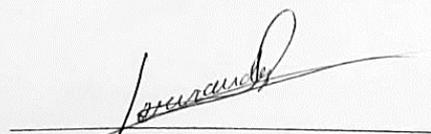
Ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo lo siguiente:

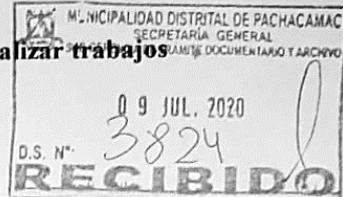
Que, habiendo culminado la carrera de **INGENIERÍA CIVIL** en la Universidad Peruana los Andes, solicito a Ud. el permiso respectivo para realizar el estudio de suelo (Calicata) en la Urb. Casa Blanca en vía de la calle 4 y calle 6, para la elaboración de mi proyecto de investigación cuyo título es: "**ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBU EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE**", para optar el grado de Ingeniería Civil.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a nuestra solicitud

Lima, 08 de julio del 2020


CARLA KARINA FERNANDEZ RUIZ
DNI. N°73202786



ANEXO 2: AUTORIZACIÓN DE TRABAJOS EN LA VIA PUBLICA



Municipalidad Distrital de Pachacámac

Autorización N° 0113 – 2020 – SGOP

AUTORIZACION DE TRABAJOS EN LA VIA PÚBLICA

VISTO:

El Expediente N° 3824 – 2020 de fecha 09 de julio del 2020, seguido por la Sra. **FERNANDEZ RUIZ CARLA KARINA**, identificada con DNI N° 73202786, quien solicita la ocupación de la vía pública con el fin de realizar el estudio de suelo de 3 calcatas para un proyecto de investigación académico, ubicado en la Urbanización Casa Blanca:

Habiendo realizado el pago correspondiente a los derechos administrativos, de acuerdo al comprobante N° 201700151607D) y efectuada una inspección ocular al referido lugar según informe N° 0114-2020-MDP/GDUR-SGOP-LDHC, que figura en el expediente, se procede a:

OTORGAR:

Autorización para la ocupación de la vía pública con el fin de realizar el estudio de suelo de 3 calcatas con diámetro de (0.80m ancho x 1.00m largo x 1.50m profundidad), ubicado en la Urbanización Casa Blanca:

1. Calle 6 con Calle Alameda
2. Calle 6
3. Calle 6 con Calle 10

NOTA:

Los trabajos deberán ser efectuados de acuerdo a las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones para ejecución de Obras en la Vía Pública.

La empresa se comprometerá a:

1. Informar a la Municipalidad el día de inicio de los trabajos a realizar, los mismos que se autorizan a ser ejecutados de lunes a sábado para así evitar las molestias a los vecinos y visitantes (turistas).
2. Retirar el desmonte generado antes de las 24 horas (vía pública).
3. Colocar señalización de día y de noche utilizando material reflectivo a fin de evitar accidentes.
4. El Solicitante deberá respetar las secciones de Vías de acuerdo a los Planos de Lotización.
5. Reponer a su estado original las pistas y veredas o conexiones que por efecto de trabajo fueran deterioradas o rotas.
6. El tiempo programado para los trabajos no deberá excederse de 2 días calendario de acuerdo a su cronograma de avances de obra del Expediente Técnico.
7. Cualquier daño ocasionado a los Inmuebles Aledaños o Terceras personas será de responsabilidad exclusiva del Solicitante y tendrá que ser atendidas en un lapso de 24 horas.

El incumplimiento de cualquiera de estas indicaciones dejará sin efecto la presente autorización aplicándose las sanciones a que hubiera lugar.

Se hace la indicación expresa que la presente autorización NO acredita derecho de propiedad o posesión sobre el predio en cuestión.

NOTA:

EL DOCUMENTO TIENE UNA VIGENCIA DE 2 DIAS CALENDARIOS A PARTIR DE LA FECHA DE SU RECEPCIÓN.

Pachacámac, 05 de agosto de 2020



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACHACAMAC
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

Ing. Rubén Dante Jiménez Gómez
Sub Gerente de Obras Públicas

Jr. Paraíso N° 206 Plaza de Armas
Central Telefónica 231 – 1644 Fax 321-1498
www.munipachacamac.gob.pe

"Primer Distrito Turístico del Perú"
LEY N° 23614

ANEXO 3: RESULTADO DEL ENSAYO DE TRACCION



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO

IE-210920-02

1. DATOS DEL CLIENTE

Cliente : Carla Karina Fernández Ruiz
Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

2. FECHAS

Inicio : 22 de Setiembre 2020
Finalización : 30 de Setiembre 2020
Emisión de informe : 01 de Octubre 2020

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

Temperatura : 22.0 °C
Humedad Relativa : 63.0 %

4. ENSAYO SOLICITADO, EQUIPO UTILIZADO Y METODO UTILIZADO

Ensayo solicitado : Resistencia a la tracción
Equipo utilizado : Equipo de tracción Universal
Método utilizado : ASTM D6637

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Código de laboratorio	Nombre del producto
S-0361	GEOMALLA DE BAMBU
S-0360	GEOMALLA CONVENCIONAL (BIAXIAL)

6. RESULTADOS

6.1 Resultados Obtenidos

Tabla N°1: Ensayo de tracción

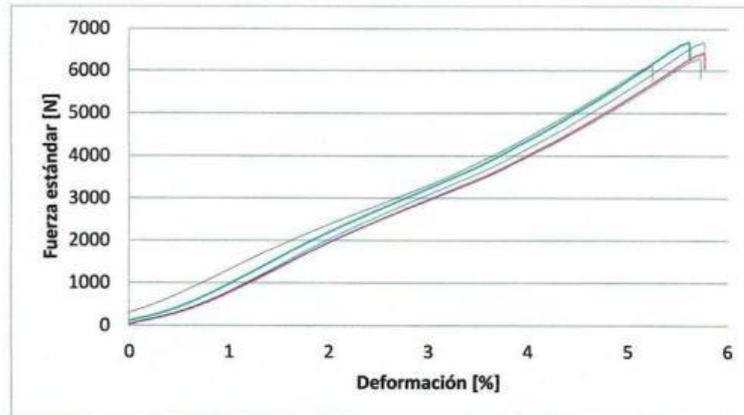
Muestra	Resistencia a la Tracción (KN)					Promedio (KN)
	P1	P2	P3	P4	P5	
S-0361	6.58	6.82	6.62	6.12	6.87	6.60
S-0360	1.17	1.24	1.14	1.21	1.16	1.18

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

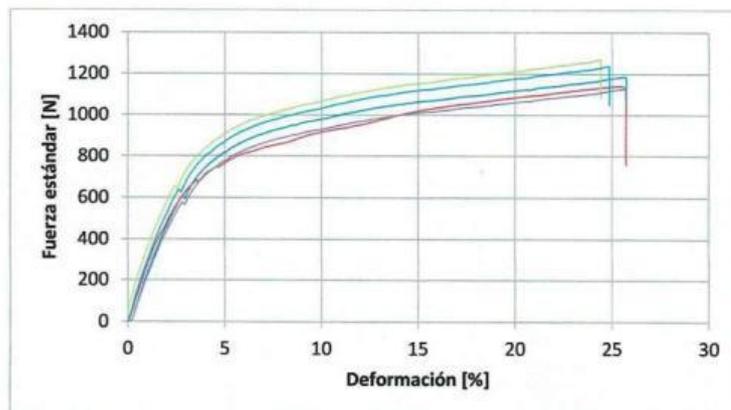
DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUIMICO
CQP. 1337

Página 1 de 3

**ANEXO II:
GRÁFICAS FUERZA – DEFORMACIÓN**



Gráfica N° 1: GRÁFICAS FUERZA – DEFORMACIÓN – MUESTRA DE GEOMALLA DE BAMBÚ



Gráfica N° 2: GRÁFICAS FUERZA – DEFORMACIÓN – MUESTRA DE GEOMALLA CONVENCIONAL


 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
 QUÍMICO
 CQP. 1337

ANEXO 4: RESULTADO DEL ENSAYO GRANULOMETRICO



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

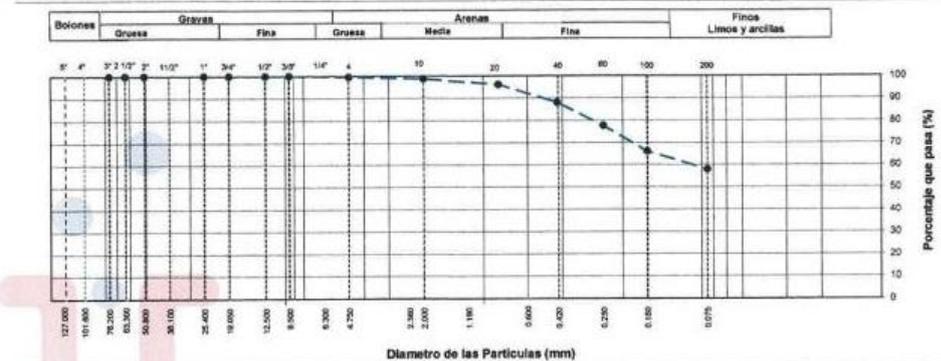
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA	Fecha de ensayo:	15/08/2020
CALCATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 15.2 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 32 Límite Plástico (LP) 23 Índice Plástico (IP) 9 Grava (%) 0.4 Arena (%) 41.6 Finos (%) 57.9 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-4 (5) Nombre del Grupo Arcilla arenosa de baja plasticidad INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.500	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	99.6		
Nº 10	2.000	98.7		
Nº 20	0.840	96.1		
Nº 40	0.425	88.1		
Nº 60	0.250	77.7		
Nº 80	0.177	77.7		
Nº 100	0.150	66.1		
Nº 200	0.075	57.9		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--	--

Ensayo granulométrico de la calcata C-1

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA SOLICITANTE TESIS	: Ensayo en laboratorio : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA Fecha de ensayo: 02/09/2020
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 13.7 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 33 Límite Plástico (LP) 25 Índice Plástico (IP) 8 Grava (%) 1.1 Arena (%) 46.4 Finos (%) 52.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) ML Clasificación AASHTO (D3282) A-4 (4) Nombre del Grupo Limo arenoso de baja plasticidad INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	96.9		
Nº 10	2.000	87.5		
Nº 20	0.840	94.3		
Nº 40	0.425	85.9		
Nº 60	0.250	75.0		
Nº 80	0.177	75.0		
Nº 100	0.150	62.1		
Nº 200	0.075	52.5		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
---	---	--

Ensayo granulométrico de la calicata C-2

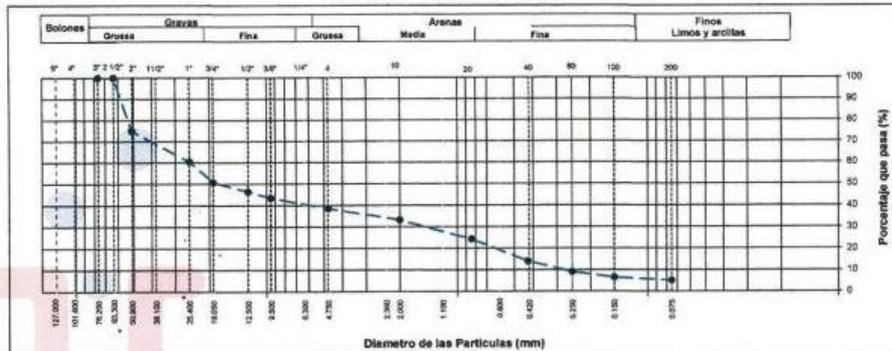
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.	Fecha de ensayo:	15/08/2020
CALICATA	: C-3		
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

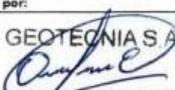
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 1.2 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Grava (%)</th> <th>Arena (%)</th> <th>Finos (%)</th> </tr> <tr> <td>61.5</td> <td>33.4</td> <td>5.2</td> </tr> </table> CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) GP - GM Clasificación AASHTO (D3282) A-1-a (0) Nombre del Grupo Grava pobremente gradada con limo y arena	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	61.5	33.4	5.2
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
61.5	33.4	5.2								
4"	101.600	100.0								
3"	76.200	100.0								
2 1/2"	63.300	100.0								
2"	50.800	74.9								
1 1/2"	38.100	68.0								
1"	25.400	60.6								
3/4"	19.000	50.7								
1/2"	12.500	46.3								
3/8"	9.500	43.4								
Nº 4	4.750	38.5								
Nº 10	2.000	33.2								
Nº 20	0.840	24.3								
Nº 40	0.425	14.0								
Nº 60	0.250	9.1								
Nº 80	0.177	9.1								
Nº 100	0.150	6.6								
Nº 200	0.075	5.2								
< Nº 200	FONDO									

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provisto e identificado por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 21090E	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	---	---

Ensayo granulométrico de la calicata C-3

ANEXO 5: RESULTADO DEL ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

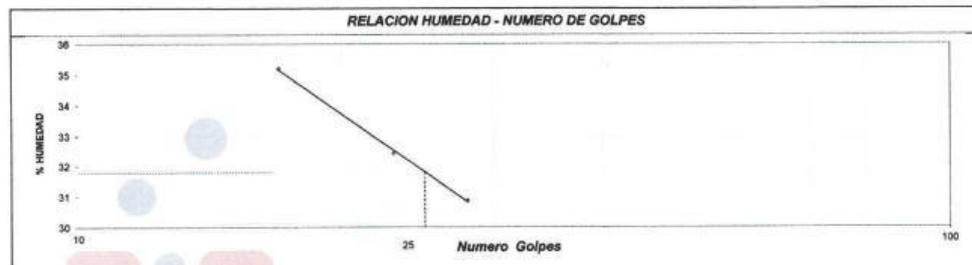
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.	Fecha de ensayo:	15/08/2020
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		1	2	3	1	2	3
Nro. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	31.12	30.84	30.57	23.12	23.28	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.87	27.03	26.76	21.56	21.72	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.81	15.28	14.41	14.75	14.86	
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.25	3.81	3.81	1.56	1.56	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	12.06	11.75	12.35	6.81	6.86	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	35.21	32.43	30.88	22.89	22.78	
N° De Golpes		17	23	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	31.8	22.8	9.0



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
--------------------	-------------------	-------------------

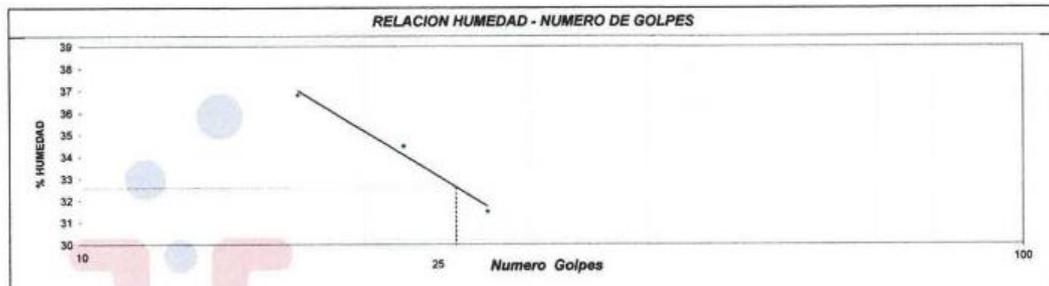
Ensayo límite de consistencia de la calicata C-1

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA	Fecha de ensayo:	15/08/2020
CALICATA	: C-2		
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pesante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	32.12	32.24	31.89	24.12	23.87	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	27.33	27.67	27.91	22.36	22.18	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.32	14.41	15.28	15.31	15.45	
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.79	4.57	3.98	1.76	1.69	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.01	13.26	12.63	7.05	6.73	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	36.82	34.46	31.51	24.96	25.11	
N° De Golpes		17	22	27			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	32.6	25.0	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 CONTROL DE CALIDAD

Ensayo límite de consistencia de la calicata C-2

ANEXO 6: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

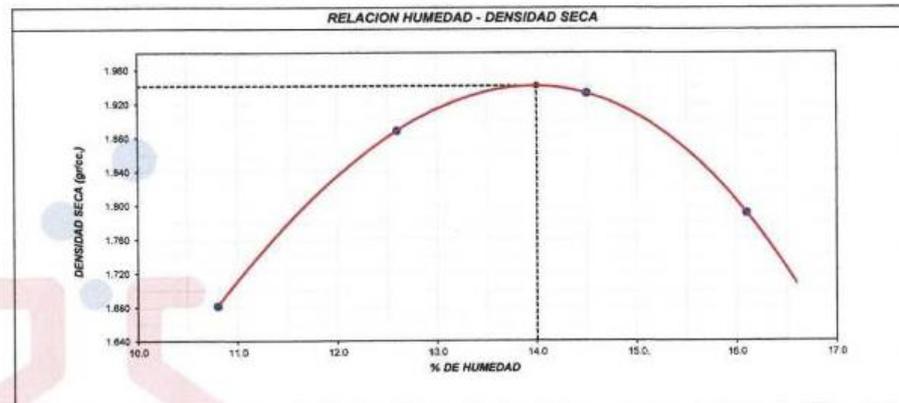
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA : Datos de laboratorio			
SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ			
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE			
UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.			
CALICATA	C-1	Fecha de ensayo: 18/08/2020	
MUESTRA	M-2		
PROFUNDIDAD	0.70 - 1.50 m		

Volumen Molde	937	cm ³	
Peso Molde	3826	gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,572	5,818	5,899	5,774	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,746	1,992	2,073	1,948	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,863	2,126	2,212	2,079	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	562.0	577.0	577.0	529.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	507.2	512.4	503.9	455.6	
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del agua	gr.	54.8	64.6	73.1	73.4	
Peso del suelo seco	gr.	507	512	504	456	
Contenido de agua	%	10.8	12.6	14.5	16.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.882	1.888	1.932	1.791	

Densidad Máxima Seca:	1.941	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.0 %
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	--------



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. "ELMER MORENO HUAMAN" INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--	--

Ensayo de Proctor modificado C-1

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

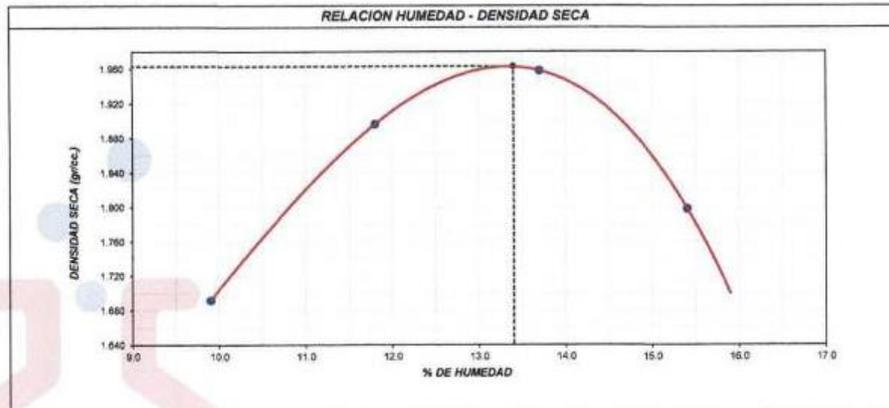
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE
UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.
CALICATA : C-2 **Fecha de ensayo:** 18/08/2020
MUESTRA : M-2
PROFUNDIDAD : 0.70 - 1.50 m

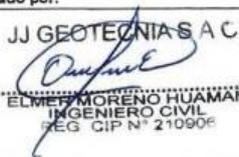
Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,568	5,812	5,912	5,770	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,742	1,986	2,086	1,944	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,859	2,120	2,226	2,075	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	562.0	512.6	575.6	584.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	511.4	458.5	506.2	506.5	
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del agua	gr.	50.6	54.1	69.4	78.0	
Peso del suelo seco	gr.	511	458	506	506	
Contenido de agua	%	9.9	11.8	13.7	15.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.692	1.896	1.958	1.798	

Densidad Máxima Seca:	1.963	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	13.4	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	--	---

Ensayo de Proctor modificado C-2

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

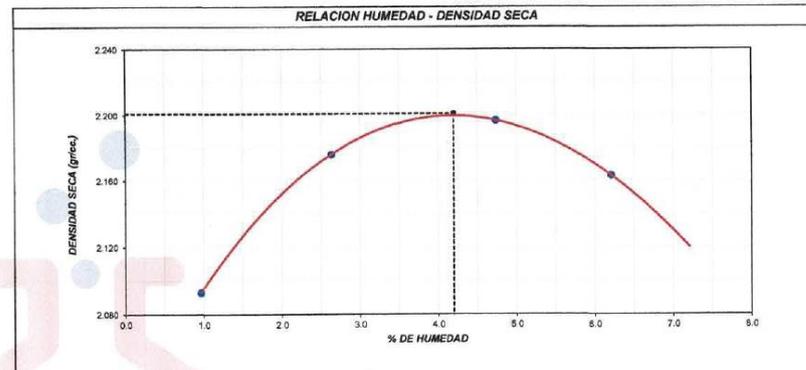
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE
UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA
CALICATA : C-3 **Fecha de ensayo:** 18/08/2020
MUESTRA : M-2
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	2117	cm ³
Peso Molde	5207	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	9.681	9.935	10.078	10.070	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4.474	4.728	4.871	4.863	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.113	2.233	2.301	2.297	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	512.1	534.2	497.6	528.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	507.2	520.5	475.1	497.8	
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del agua	gr.	4.9	13.7	22.5	30.9	
Peso del suelo seco	gr.	507	521	475	498	
Contenido de agua	%	1.0	2.6	4.7	6.2	
Densidad Seca	gr/cc	2.093	2.176	2.197	2.163	

Densidad Máxima Seca:	2.201	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	4.2	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--	--

Ensayo de Proctor modificado C-3

ANEXO 7: RESULTADO DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA PATRON



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.c

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 22-08-2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.70 - 1.50 m		

Molde N°	E		10		11	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,857		12,873		12,864	
Peso molde (gr.)	8,170		8,336		8,507	
Peso suelo compactado (gr.)	4,687		4,537		4,057	
Volumen del molde (cm³)	2,123		2,135		2,135	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,208		2,125		1,900	
Humedad (%)	14.1		14.2		14.2	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,936		1,881		1,664	

Tara+suelo húmedo (gr.)	857.8	795.6	759.4
Tara+suelo seco (gr.)	785.2	723.1	694.7
Peso de agua (gr.)	72.6	72.5	64.7
Peso de tara (gr.)	268.8	212.5	238.9
Peso de suelo seco (gr.)	516.4	510.6	455.8
Humedad (%)	14.1	14.2	14.2

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Expansión		Expansión	
			Dial	%	Dial	%	Dial	%
19-Ago	06:30:00	24	20	0.51 0.44	23	0.58 0.50	29	0.64 0.55
20-Ago	06:30:00	48	25	0.64 0.55	31	0.79 0.68	36	0.91 0.79
21-Ago	06:30:00	72	34	0.86 0.74	35	0.89 0.76	42	1.07 0.92
22-Ago	06:30:00	96	43	1.09 0.94	49	1.24 1.07	54	1.37 1.16

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	E				Molde N° 10				Molde N° 11			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		7	0.4			5	0.3			2	0.1		
0.050		15	0.8			11	0.6			5	0.3		
0.075		25	1.3			19	1.0			8	0.4		
0.100	70.307	28	1.4	4.2	6.0	21	1.1	3.0	4.3	12	0.8	0.8	1.3
0.150		35	1.8			45	2.3			25	1.3		
0.200	105.460	128	6.5	8.4	8.0	91	4.6	6.0	5.7	34	1.7	2.1	1.9
0.300		185	9.4			139	7.1			56	2.8		
0.400		243	12.3			183	9.3			73	3.7		
0.500		279	14.2			209	10.6			84	4.3		

OBSERVACIONES:

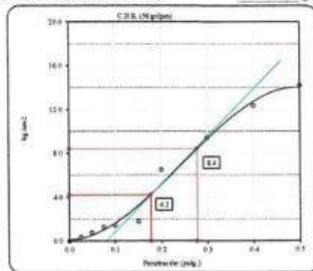
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD

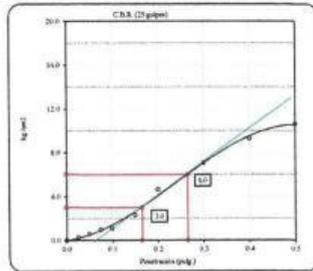
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ	
TESIS		: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	
UBICACIÓN		: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.	
CALICATA		: C-1 Fecha de ensayo : 22-08-2020	
MUESTRA		: M-2	
PROFUNDIDAD		: 0.70 - 1.50 m	

Datos de muestra

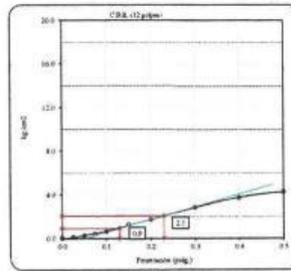
Máxima Densidad Seca : 1.941 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.844 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 14.00 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 6.0 %

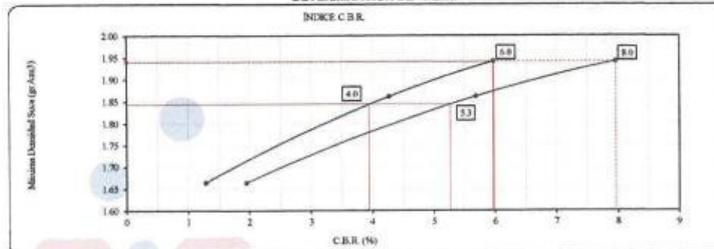


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 4.3 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 1.3 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 6.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 4.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 8.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 6.3 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--	--

Relación de soporte de california (CBR) de la muestra patrón C-1

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.		
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo	: 22-09-2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.70 - 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	D		F		7	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12.990		12.554		11.817	
Peso molde (gr.)	8.251		8.089		7.786	
Peso suelo compactado (gr.)	4.739		4.465		4.031	
Volumen del molde (cm ³)	2.131		2.119		2.106	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.224		2.107		1.914	
Humedad (%)	13.5		13.4		13.6	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.959		1.858		1.685	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	812.5	854.8	837.9
Tara+suelo seco (gr.)	715.9	753.6	737.6
Peso de agua (gr.)	96.6	101.0	100.3
Peso de tara (gr.)	0.0	0.0	0.0
Peso de suelo seco (gr.)	715.9	753.6	737.6
Humedad (%)	13.5	13.4	13.6

EXPANSIÓN

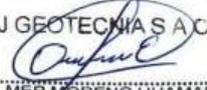
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
19-Ago	09:20:00	24	18	0.46	0.39	22	0.56	0.48	23	0.58	0.50
20-Ago	09:20:00	48	23	0.58	0.50	30	0.76	0.66	35	0.89	0.76
21-Ago	09:20:00	72	31	0.79	0.68	34	0.88	0.74	40	1.02	0.87
22-Ago	09:20:00	96	40	1.02	0.87	45	1.14	0.98	51	1.30	1.11

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	D				F				Molde N° 7			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		10	0.5			8	0.4			3	0.2		
0.050		21	1.1			16	0.8			6	0.3		
0.075		35	1.8			26	1.3			11	0.5		
0.100	76.367	43	2.2	4.6	6.5	32	1.6	3.4	4.8	13	0.7	1.2	1.7
0.150		66	4.4			53	3.3			26	1.3		
0.200	105.460	154	7.5	9.0	8.5	115	5.9	6.8	6.4	46	2.3	2.8	2.5
0.300		222	11.3			167	8.5			67	3.4		
0.400		292	14.8			219	11.1			87	4.4		
0.500		335	17.0			251	12.8			100	5.1		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090E	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA SOLICITANTE TESIS	: Datos de laboratorio : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.		
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo	: 22-08-2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.70 - 1.50 m		

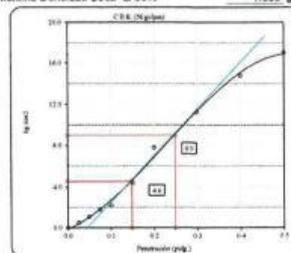
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca
 Máxima Densidad Seca al 95%

1.963 gr/cm³
 1.895 gr/cm³

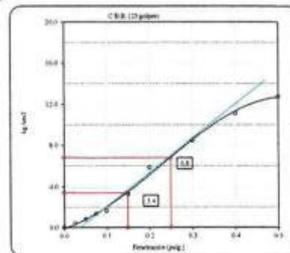
Óptimo Contenido de Humedad

13.40 %



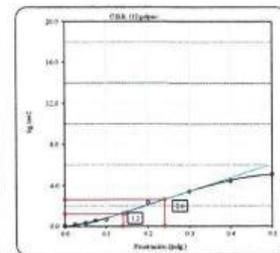
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

6.5 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

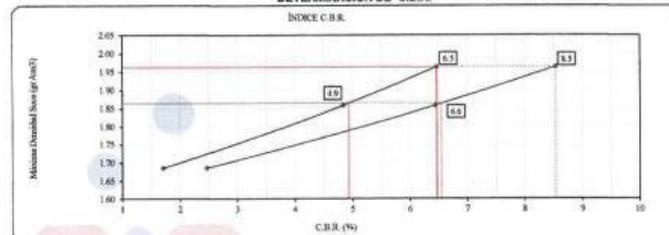
4.8 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :

1.7 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 6.5 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 4.9 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 6.5 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 6.8 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

Relación de soporte de california (CBR) de la muestra patrón C-2

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE
UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.
CALICATA : C-3 **Fecha de ensayo** : 22-08-2020
MUESTRA : M-2
PROFUNDIDAD : 1.50 m

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	F		14		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,945		12,992		12,272	
Peso molde (gr.)	8,089		8,449		8,129	
Peso suelo compactado (gr.)	4,856		4,543		4,143	
Volumen del molde (cm³)	2,119		2,129		2,141	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,292		2,134		1,935	
Humedad (%)	4.4		4.3		4.5	
Densidad Seca (gr./cm³)	2.195		2.045		1.852	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	487.5	501.3	478.9
Tara+suelo seco (gr.)	475.9	490.2	468.9
Peso de agua (gr.)	11.6	11.1	10.0
Peso de tara (gr.)	212.5	231.4	245.7
Peso de suelo seco (gr.)	263.4	258.8	223.2
Humedad (%)	4.4	4.3	4.5

EXPANSIÓN

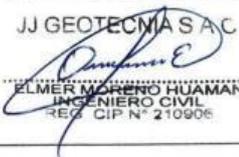
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Expansión		Expansión	
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %
NO EXPANSIVO								

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	F				Molde N° 14				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		21	1.1			18	0.8			6	0.3		
0.050		135	6.9			101	5.1			41	2.1		
0.075		415	21.1			311	15.8			125	6.3		
0.100	70.307	608	30.9	27.6	38.4	456	23.2	20.0	28.4	182	9.2	8.0	11.4
0.150		766	38.9			575	29.2			230	11.7		
0.200	105.460	855	43.4	43.5	41.2	841	32.5	32.5	30.6	257	13.1	13.1	12.4
0.300		954	48.5			716	36.4			286	14.5		
0.400		996	50.1			740	37.6			296	15.0		
0.500		961	48.8			753	38.2			312	15.8		

OBSERVACIONES:

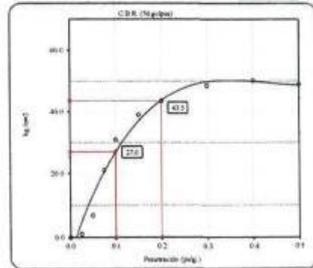
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	---	---

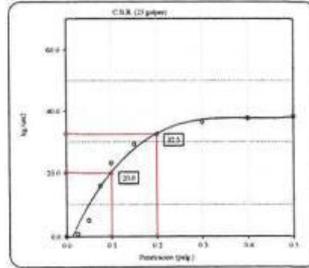
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.		
CALICATA	: C-3	Fecha de ensayo	: 22-08-2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

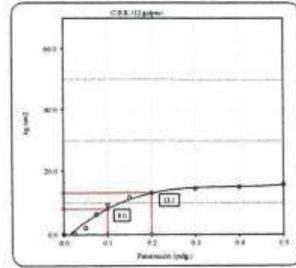
Máxima Densidad Seca : 2.201 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 4.20 %
Máxima Densidad Seca al 95% : 2.091 gr/cm³



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 38.4 %

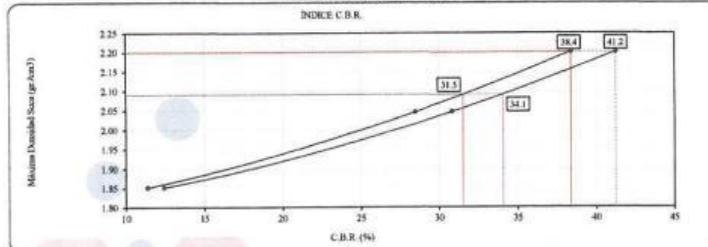


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 28.4 %



C.B.R. (0.1') 112 GOLPES : 11.4 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 38.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 31.5 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 41.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 34.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

Relación de soporte de california (CBR) de la muestra patrón C-3

ANEXO 8: RESULTADO DEL ENSAYO CBR CON GEOMALLA CONVENCIONAL (GEOMALLA BIAXIAL)



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA SOLICITANTE TESIS	: Datos de laboratorio : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo : 02-09-2020	
MUESTRA	: (M-2) + Geomalla		
PROFUNDIDAD	: 0.70 - 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	A				B				C				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				12				
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	13,255		13,448		13,448		13,448		12,728				
Peso molde (gr.)	8,545		8,935		8,935		8,935		8,648				
Peso suelo compactado (gr.)	4,710		4,513		4,513		4,513		4,078				
Volumen del molde (cm³)	2,116		2,115		2,115		2,115		2,108				
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,228		2,134		2,134		2,134		1,935				
Humedad (%)	13.9		14.0		14.0		14.0		14.1				
Densidad Seca (gr./cm³)	1.854		1.871		1.871		1.871		1.895				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	735.8				845.9				745.9				
Tara+suelo seco (gr.)	648.0				666.5				653.7				
Peso de agua (gr.)	89.8				79.4				92.2				
Peso de tara (gr.)	0.0				0.0				0.0				
Peso de suelo seco (gr.)	648.0				666.5				653.7				
Humedad (%)	13.9				14.0				14.1				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
30-Ago	06:20:00	24	19	0.48	0.41	20	0.51	0.44	23	0.58	0.50		
31-Ago	06:20:00	48	23	0.58	0.50	29	0.74	0.63	32	0.81	0.70		
1-Set	06:20:00	72	31	0.79	0.68	33	0.84	0.72	39	0.99	0.85		
2-Set	06:20:00	96	39	0.99	0.85	45	1.14	0.98	49	1.24	1.07		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	A				B				C			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		14	0.7			10	0.5			6	0.3		
0.050		44	2.2			32	1.6			19	1.0		
0.075		83	4.2			61	3.1			36	1.8		
0.100	70.307	117	6.0	5.8	8.2	87	4.4	4.2	8.0	51	2.6	2.5	3.6
0.150		166	8.4			122	6.2			72	3.7		
0.200	105.460	216	11.0	10.4	9.9	180	8.1	7.6	7.2	94	4.6	4.5	4.3
0.300		285	13.4			196	9.9			115	5.8		
0.400		313	15.9			231	11.7			136	6.9		
0.500		359	18.2			285	13.5			156	7.9		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--	--

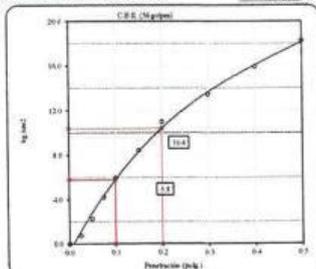
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 02-09-2020
MUESTRA	: (M-2) + Geomalla		
PROFUNDIDAD	: 0.70 - 1.50 m		

Datos de muestra

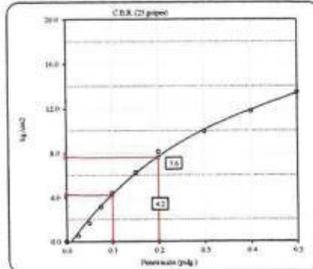
Máxima Densidad Seca _____ 1.954 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.856 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad

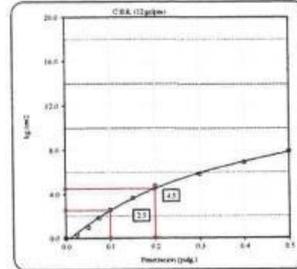
14.00 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : **8.2 %**

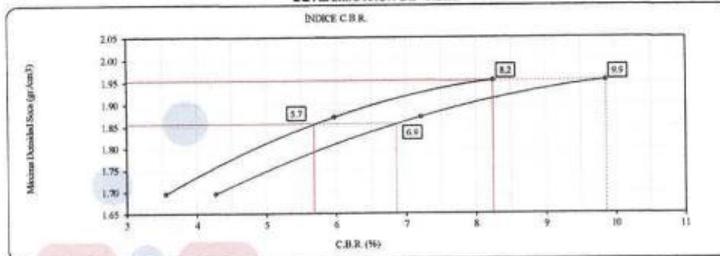


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : **6.0 %**



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : **3.6 %**

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : **8.2 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : **6.7 %**
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : **9.9 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : **6.9 %**

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD

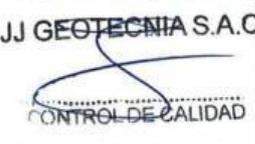
Relación de soporte de california (CBR) de la muestra de suelo C-1 + geomalla convencional (Biaxial)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA CALICATA : C-2 Fecha de ensayo : 02-09-2020 MUESTRA : (M-2) + Geomalla PROFUNDIDAD : 0.70 - 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	19			20			21						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	12,508			12,209			11,791						
Peso molde (gr.)	7,752			7,674			7,734						
Peso suelo compactado (gr.)	4,756			4,535			4,057						
Volumen del molde (cm ³)	2,130			2,140			2,113						
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,233			2,119			1,920						
Humedad (%)	13.6			13.5			13.6						
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,966			1,867			1,690						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	645.2			628.4			631.5						
Tara+suelo seco (gr.)	568.0			553.7			555.9						
Peso de agua (gr.)	77.2			74.7			75.6						
Peso de tara (gr.)	0.0			0.0			0.0						
Peso de suelo seco (gr.)	568.0			553.7			555.9						
Humedad (%)	13.6			13.5			13.6						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión				Expansión						
			Dial	mm		%	Dial	mm		%			
30-Ago	09:20:00	24	17	0.43	0.37	19	0.48	0.41	22	0.56	0.48		
31-Ago	09:20:00	45	21	0.53	0.46	25	0.64	0.55	30	0.76	0.66		
1-Set	09:20:00	72	28	0.71	0.61	31	0.79	0.68	35	0.89	0.77		
2-Set	09:20:00	96	35	0.89	0.76	42	1.07	0.92	46	1.17	1.01		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 19				Molde N° 20				Molde N° 21			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		16	0.8			12	0.6			5	0.2		
0.050		50	2.5			37	1.9			15	0.8		
0.075		94	4.8			71	3.6			28	1.4		
0.100	70.307	134	6.8	6.6	9.4	100	5.1	4.9	7.0	40	2.0	2.0	2.8
0.150		189	9.6			142	7.2			57	2.9		
0.200	105.460	246	12.5	11.8	11.1	185	9.4	8.9	8.4	74	3.8	3.6	3.4
0.300		302	15.3			228	11.5			90	4.6		
0.400		357	18.1			267	13.6			107	5.4		
0.500		409	20.8			307	15.6			123	6.2		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

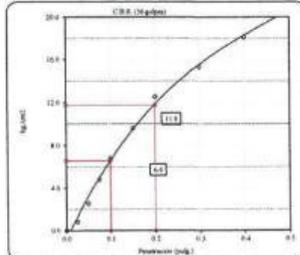
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.			
CALICATA : C-2	Fecha de ensayo : 02-09-2020		
MUESTRA : (M-2) + Geomalla			
PROFUNDIDAD : 0.70 - 1.50 m			

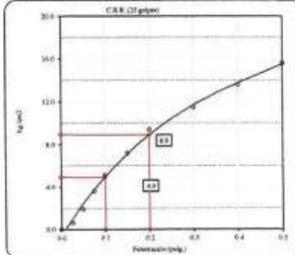
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.963 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.865 gr/cm³

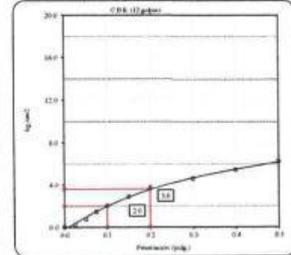
Óptimo Contenido de Humedad : 13.40 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 9.4 %

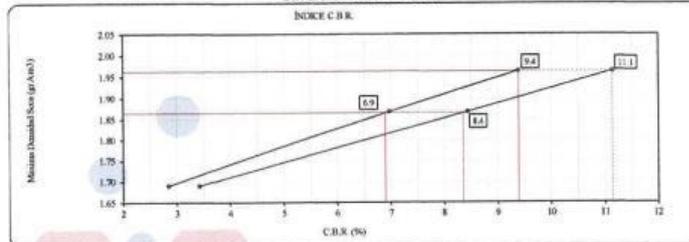


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 7.0 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 2.8 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 9.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 6.9 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 11.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 8.4 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
--------------------	-------------------	-------------------

Relación de soporte de california (CBR) de la muestra de suelo C-2 + geomalla convencional (Biaxial)

ANEXO 9: RESULTADO DEL ENSAYO CBR CON GEOMALLA DE BAMBÚ



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7261346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA SOLICITANTE	: Datos de laboratorio : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN	: CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA		
MUESTRA	: C-1	Fecha de ensayo	: 02-09-2020
PROFUNDIDAD	: (M-2) + Bambú : 0.70 - 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	10	11	12			
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,088		13,055		12,805	
Peso molde (gr.)	8,335		8,507		8,510	
Peso suelo compactado (gr.)	4,752		4,548		4,085	
Volumen del molde (cm³)	2,135		2,135		2,140	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,226		2,130		1,914	
Humedad (%)	14.1		14.0		14.1	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,951		1,869		1,677	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	875.6		788.2		697.5	
Tara+suelo seco (gr.)	767.4		700.2		611.3	
Peso de agua (gr.)	108.2		88.0		86.2	
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0		0.0	
Peso de suelo seco (gr.)	767.4		700.2		611.3	
Humedad (%)	14.1		14.0		14.1	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión				Expansión				
			Dial	mm		%	Dial	mm		%	
30-Ago	09:20:00	24	15	0.38	0.33	17	0.43	0.37	24	0.61	0.52
31-Ago	08:20:00	48	25	0.64	0.55	25	0.64	0.55	33	0.84	0.72
1-Set	08:30:00	72	33	0.84	0.72	35	0.89	0.76	37	0.94	0.81
2-Set	09:20:00	96	42	1.07	0.92	44	1.12	0.96	48	1.22	1.05

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		46	2.3			35	1.8			11	0.5		
0.050		86	4.4			85	3.3			29	1.5		
0.075		132	6.7			99	5.0			45	2.3		
0.100	70.307	163	8.3	8.5	12.0	122	6.2	6.4	8.1	60	3.0	3.0	4.3
0.150		243	12.3			182	9.2			85	4.3		
0.200	105.460	290	14.7	14.9	14.1	218	11.1	11.1	10.5	100	5.1	5.1	4.8
0.300		395	20.1			296	15.0			132	6.7		
0.400		463	23.5			347	17.6			151	7.7		
0.500		525	26.7			394	20.0			169	8.8		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
--------------------	--	--

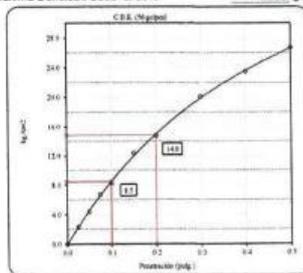
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA. CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 02-09-2020 MUESTRA : (M-2) + Bambú PROFUNDIDAD : 0.70 - 1.50 m			

Datos de muestra

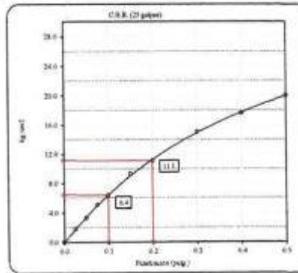
Máxima Densidad Seca : 1.951 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.953 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad

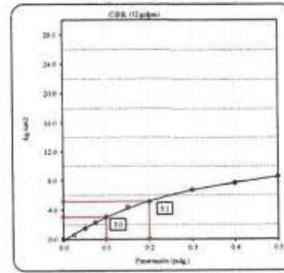
14.00 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 12.0 %

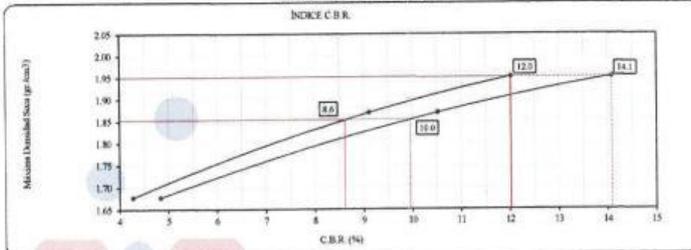


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 9.1 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 4.3 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 12.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 8.6 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 14.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 10.0 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
--------------------	-------------------	-------------------

Relación de soporte de california (CBR) de la muestra de suelo C-1 + geomalla de bambú

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA SOLICITANTE	: Datos de laboratorio		
TESIS	: CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ		
UBICACIÓN	: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE		
CALICATA	: CALLE 4, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA.	Fecha de ensayo	: 02-09-2020
MUESTRA	: C-2		
PROFUNDIDAD	: (M-2) + Bambú		
	: 0.70 - 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	16		17		18	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,695		12,246		11,814	
Peso molde (gr.)	7,925		7,749		7,760	
Peso suelo compactado (gr.)	4,770		4,497		4,054	
Volumen del molde (cm³)	2,146		2,131		2,120	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,221		2,110		1,912	
Humedad (%)	13.3		13.4		13.5	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,990		1,881		1,685	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	16	17	18
Tara+suelo húmedo (gr.)	824.5	821.6	845.4
Tara+suelo seco (gr.)	727.7	733.3	744.6
Peso de agua (gr.)	96.8	88.3	100.8
Peso de tara (gr.)	0.9	0.9	0.9
Peso de suelo seco (gr.)	727.7	733.3	744.6
Humedad (%)	13.3	13.4	13.5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
30-Ago	08:20:00	24	16	0.46	0.39	18	0.46	0.39	22	0.56	0.48
31-Ago	08:20:00	48	23	0.58	0.50	24	0.61	0.52	35	0.89	0.76
1-Set	08:20:00	72	31	0.79	0.68	35	0.84	0.72	38	0.97	0.83
2-Set	08:20:00	96	41	1.04	0.89	42	1.07	0.92	45	1.14	0.98

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 16				Molde N° 17				Molde N° 18			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		50	2.5			37	1.9			15	0.8		
0.050		93	4.7			70	3.5			28	1.4		
0.075		143	7.2			107	5.4			40	2.2		
0.100	76.307	176	8.9	8.9	12.7	132	6.7	6.6	8.4	53	2.7	2.6	3.7
0.150		262	13.3			197	10.0			79	4.0		
0.200	105.460	313	15.9	16.0	15.2	235	11.9	11.9	11.3	94	4.8	4.7	4.5
0.300		427	21.7			320	16.2			126	6.5		
0.400		500	25.4			375	19.0			150	7.6		
0.500		567	28.8			425	21.6			170	8.6		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

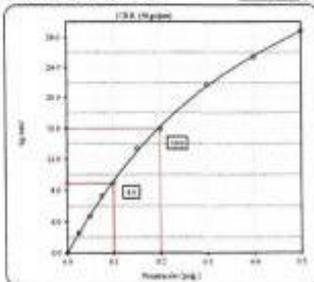
Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1983 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : CARLA KARINA FERNÁNDEZ RUIZ TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE UBICACIÓN : CALLE 6, DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA CALICATA : C-2 Fecha de ensayo : 02-09-2020 MUESTRA : (M-2) + Bambú PROFUNDIDAD : 0.70 - 1.50 m			

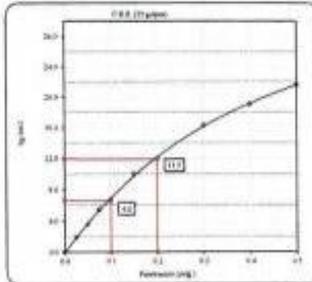
Datos de muestra:

Máxima Densidad Seca : 1.963 gr/cm³
Máxima Densidad Seca a 95% : 1.965 gr/cm³

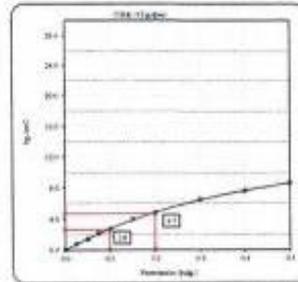
Óptimo Contenido de Humedad : 13.40 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 12.7 %

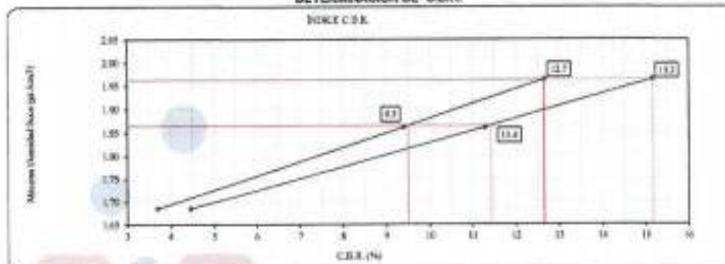


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 9.4 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 3.7 %

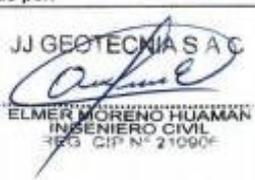
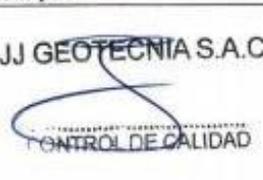
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 12.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 9.5 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 16.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 11.4 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

Relación de soporte de california (CBR) de la muestra de suelo C-2 + geomalla de bambú

ANEXO 10: PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA SELECCIÓN DE BAMBÚ



Se realizó la recolección de los bambúes



Los bambúes seleccionados fueron cortados a un metro de longitud, ya que miden aprox. 6 metros.

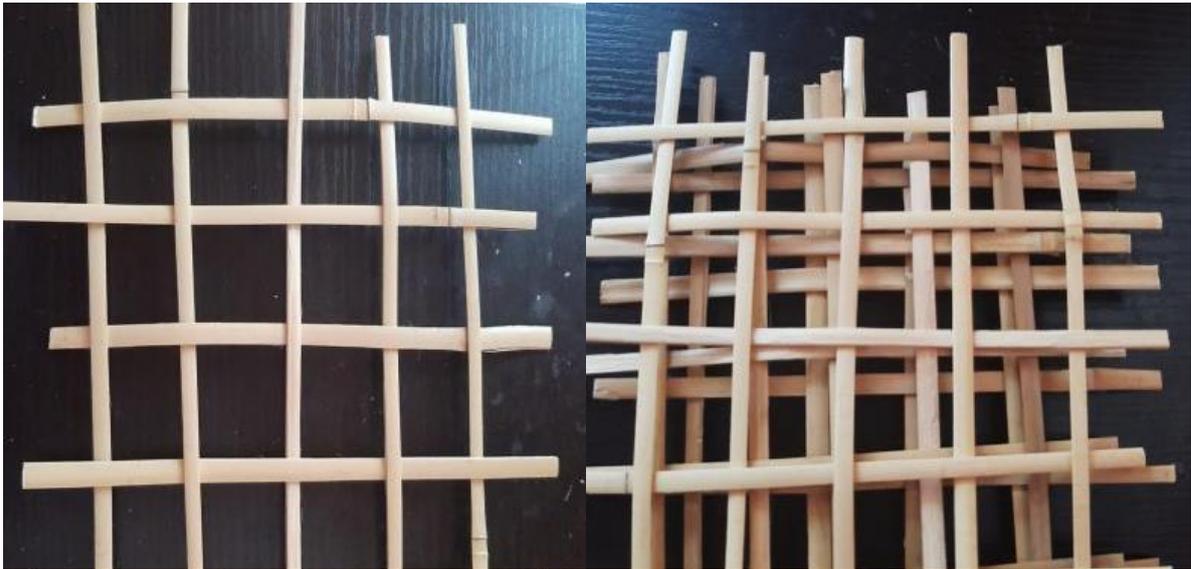
PANEL FOTOGRÁFICO DE LA ELABORACIÓN DE LA GEOMALLA



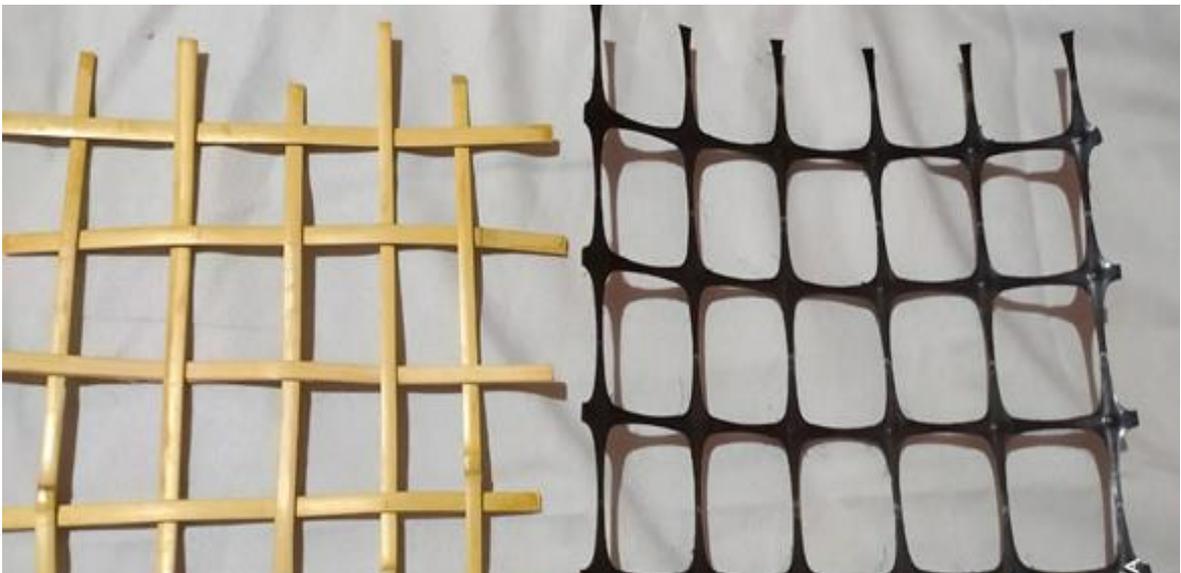
Se comenzó a cortar el bambú en tiras de 0.5cm de espesor para después elaborar la geomalla de bambú



Después de tener las tiras de bambú se procede a cortar a la longitud requeridas para los ensayos y se hizo la limpieza de las tiras para que sean más lisas



Se procede a realizar la geomalla que las tiras esta entrelazadas una con la otra, es decir, entretrejidas con aberturas cuadradas



Se muestra la geomalla de bambú y la geomalla convencional que tienen aberturas cuadradas

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA TOMA DE MUESTRA DE SUELO DE CADA CALICATA



Calicata C-1: Intercepción de la calle 6 con calle 10



Calicata C-2: la calle 6



Calicata C-3: intercepción de la calle 6 con La alameda

PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



Análisis granulométrico
Pasando el material por el juego de tamices.





Ensayo del proctor modificado:

La muestra del suelo se está aplicando golpes con el pistón



Se colocaron las muestras bajo el agua para medir el hinchamiento del material



Muestra de suelo con geomalla convencional (Geomalla biaxial)

Muestra de suelo reforzada con geomalla convencional (Geomalla biaxial)



Muestra de suelo reforzada con geomalla de bambú



ANEXO 11: FICHA TECNICA DE LA GEOMALLA CONVENCIONAL BIAXIAL

TECSAGRO **Shulcan.com** **FORTEXS**
RESERVIOS TUBERIAS RIEGO INVERNADERO COMPRAR Y VENDER POR INTERNET MINERIA - CONSTRUCCION - MEDIO AMBIENTE

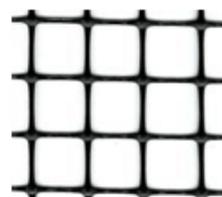


EGB 30

Geomalla Biaxial Extruida

Características técnicas

EGB 30 es una geomalla biaxial extruida de polipropileno, indicada para refuerzo y estabilización de suelos.



Propiedades Físicas	Unidades	Ensayo	EGB 30
Abertura nominal de la malla longitudinal (MD) ⁽¹⁾	mm		36
Abertura nominal de la malla transversal (TD) ⁽¹⁾	mm		38
Polímero			Polipropileno
Color			negro

Propiedades Mecánicas	Unidades	Ensayo	EGB 30
Resistencia longitudinal a la tracción (MD)	kN/m	ASTM D 6637	30.0
Resistencia transversal a la tracción (TD)	kN/m	ASTM D 6637	30.0
Resistencia longitudinal al 2% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	10.5
Resistencia transversal al 2% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	10.5
Resistencia longitudinal al 5% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	21.0
Resistencia transversal al 5% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	21.0
Eficiencia de las juntas	%	GRI G32	93
Rigidez Elástica	mj/cm	ASTM D 1388	3,500,000
Espesor mínimo de la costilla Longitudinal (MD)	mm	ASTM D 1777	2.00
Espesor mínimo de la costilla Transversal (TD)	mm	ASTM D 1777	1.50
Estabilidad de las Aperturas	m-Núclea	CCE Method	1.40

Presentación del Rollo	Unidades	Ensayo	EGB 30
Ancho del rollo	m		3.95
Largo del rollo	m		50

(1) La tolerancia de las dimensiones de la apertura es de ± 2 mm.

Los datos técnicos e informaciones indicadas en la presente hoja técnica están basados en la información de referencia disponible, y pueden estar sujetos a variaciones, debido a modificaciones de los procesos productivos y de la política comercial.

Sistema de Gestión de Calidad
Certificado de Conformidad con la
Norma ISO 9001:2000



ENERO 2016

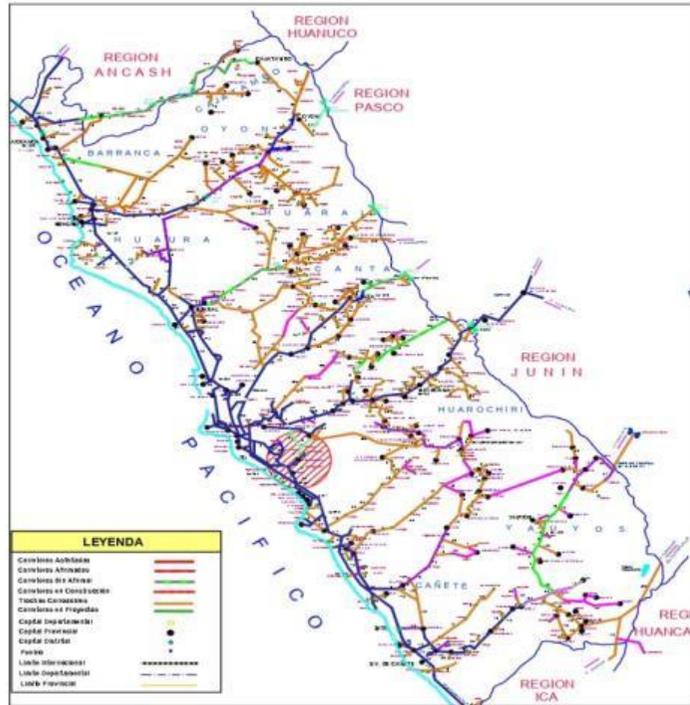
Dirección: Av. Constructores Nro. 1272 Urb. Covima - La Molina

Tel: 364-7267 Cel: 946368403
E-mail: ventas@tecsagro.com
Web: www.tecsagro.com

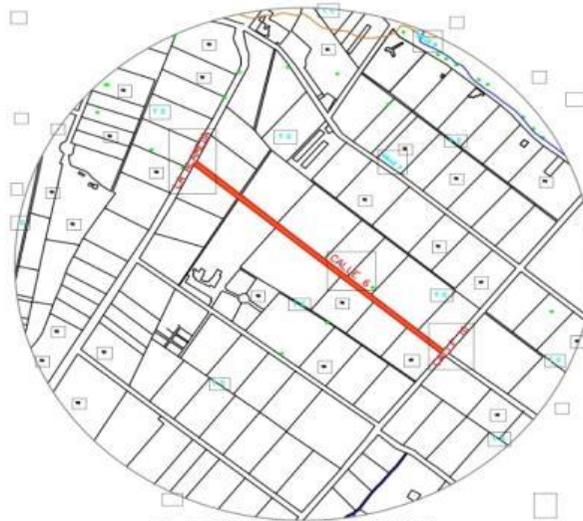
Tel: 443-9068 Cel: 989075372
E-mail: ventas@shulcan.com
Web: www.shulcan.com

Tel: 621-0812 Cel: 988800049
E-mail: ventas@fortexsperu.com
Web: www.fortexsperu.com

ANEXO 12: PLANO DE UBICACIÓN



2. UBICACION PROVINCIAL



3. UBICACION DISTRITAL



1. UBICACION DEPARTAMENTAL



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

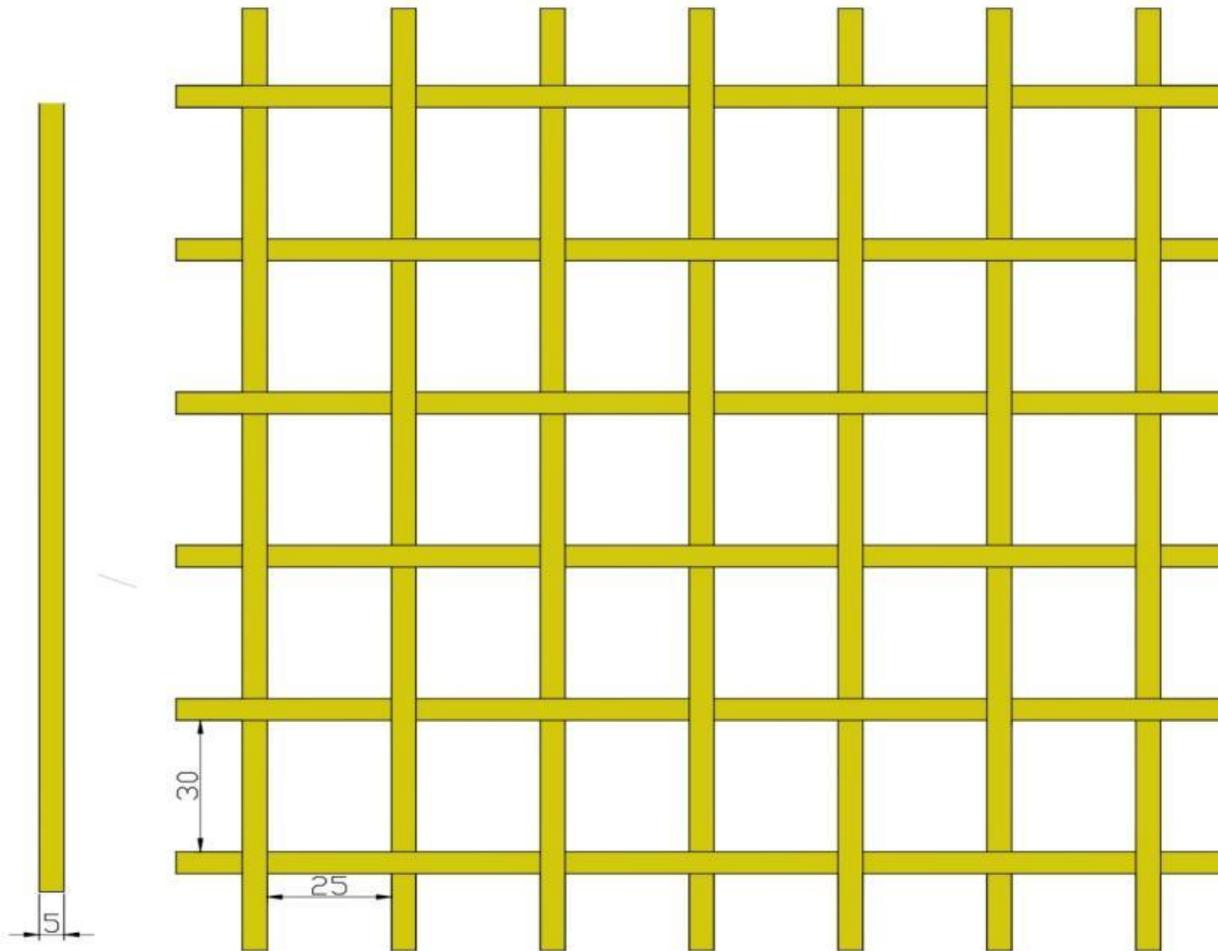
Proyecto: **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE**



PLANO: UBICACIÓN	DISTRITO: PACHACAMAC	PROVINCIA: LIMA	DEPTO: LIMA
FECHA: AGOSTO 2020	ESCALA: 1:500	TESISTA: Beth. Carla Karina Fernández Ruiz	
			PLANO: U - 01

ANEXO 13: PLANO DEL PROTOTIPO DE GEOMALLA DE BAMBÚ

PROTOTIPO DE GEOMALLA DE BAMBÚ



Geomalla de bambú	
Ancho	5mm
Espesor	2mm
Abertura longitudinal	25mm
Abertura transversal	30mm



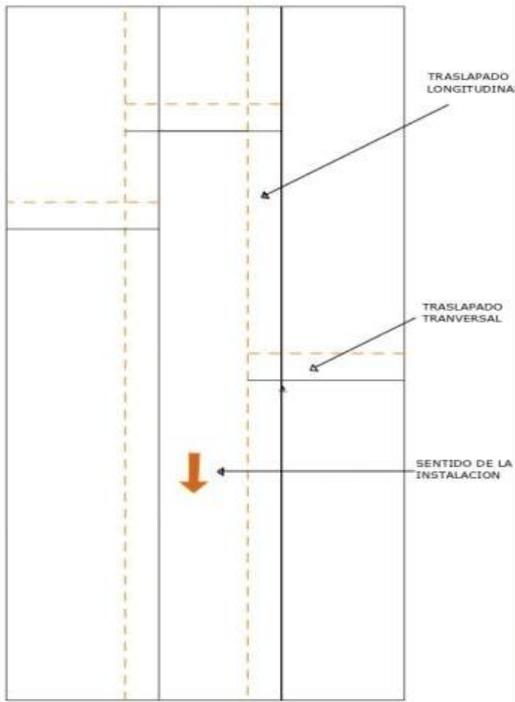
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE



PLANO : CLAVE	DISTRITO : PACHACAMAC
DETALLE : PROTOTIPO DE GEOMALLA DE BAMBÚ	PROVINCIA : LIMA
FECHA: OCTUBRE 2020	DPTO: LIMA
ESCALA: 5/8	TESISTA: Bach. Carla Karina Fernández Ruiz
	PC-01

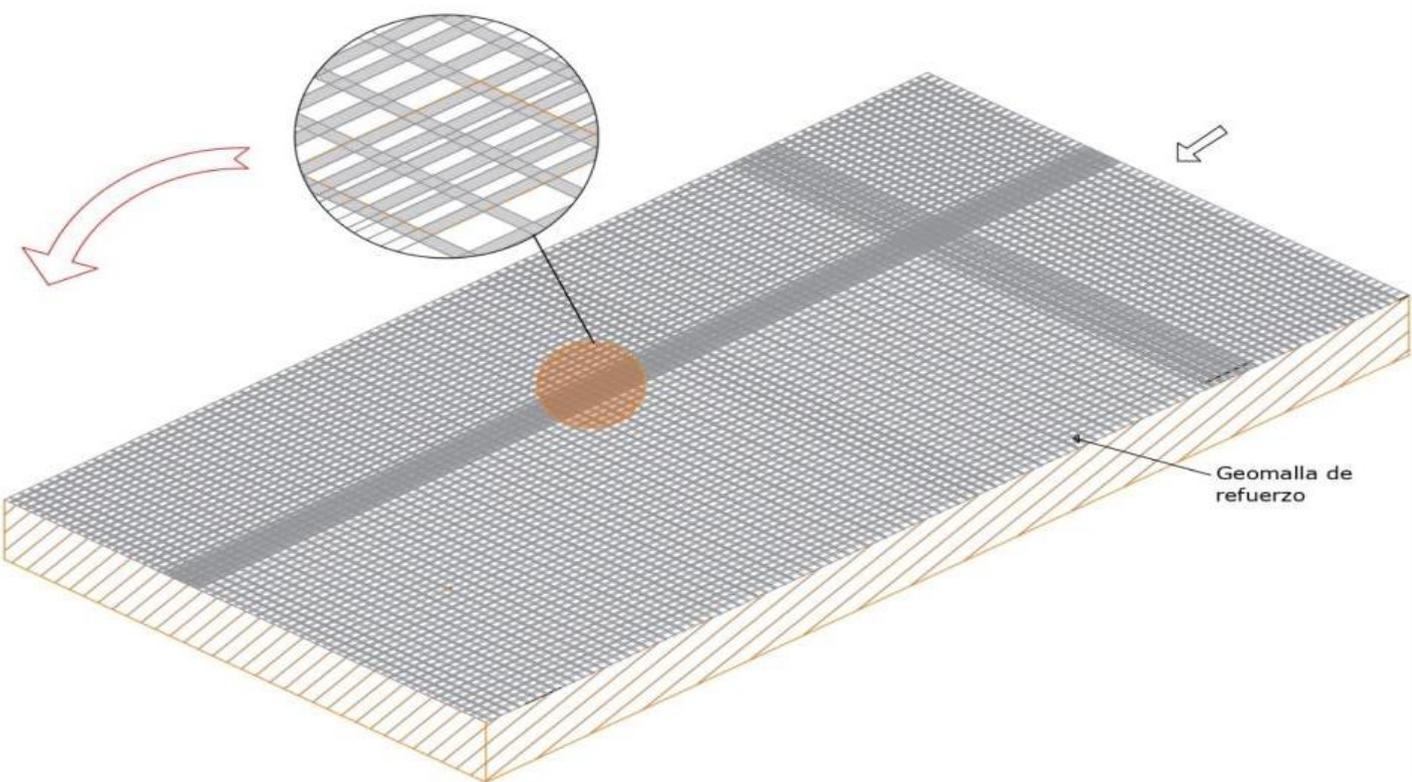
ANEXO 14: PLANO DE LA INSTALACIÓN DE LA GEOMALLA



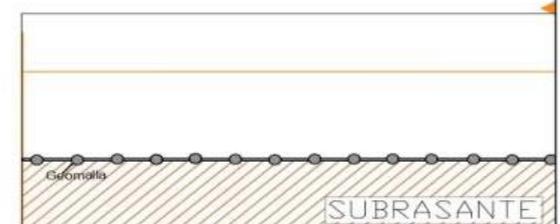
NOMENCLATURA PARA LOS TRASLAPADOS

ANCHO DE TRASLAPADO	
CBR%	TRASLAPADO (cm)
<1	60
1-3%	45
>3	30

ANCHO DE TRASLAPADO



INSTALACION DE LA GEOMALLA



PLANO:	CLAVE:	DISTRITO:	BACHACAMAC
DETALLE:	INSTALACION DE GEOMALLA	PROVINCIA:	LIMA
FECHA:	OCTUBRE 2020	DPTO.:	LIMA
ESCALA:	S/E	REGISTA:	Bach. Carla Karine Fernández Ruiz



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA GEOMALLA CONVENCIONAL Y DE BAMBÚ EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

PC - 02