



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos
usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco
2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cabía Adriano, Kelia Gregoria [ORCID: 0000-0001-7537-5067](#)

Espinoza Romero, Gonzalo Aquino [ORCID: 0000-0002-1397-2920](#)

ASESOR:

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario [ORCID: 0000-0001-6774-8839](#)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

Agradecimiento

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

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra, muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimiento.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categoría de Subrasante CBR.....	10
Tabla 2 Composición química de cabuya.....	13
Tabla 3 Composición química de bambú.....	14
Tabla 4 Ubicación y características de calicata. (UTM).....	18
Tabla 5 Instrumento de recolección de datos.....	19
Tabla 6 Análisis Granulométrico.....	21
Tabla 7 Clasificación de suelos, límites de Atterberg y distribución Granulométrica.....	22
Tabla 8 Datos Proctor Modificado M – 1 y M – 2.....	23
Tabla 9 Ensayo CBR para la muestra (M – 1).....	25
Tabla 10 Ensayo CBR para la muestra (M – 2).....	26
Tabla 11 Proctor Modificado (M – 1) con adición de 5 %, 7.5 % y 10 % de cabuya.....	27
Tabla 12 Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 %,7.5 % y 10 % de cabuya.....	28
Tabla 13 Proctor Modificado (M – 1) con adición de 5 %, 7.5 % y 10 % de bambú.....	29
Tabla 14 Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 %,7.5 % y 10 % de bambú.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación de la provincia de Huánuco.....	17
Figura 2 Proctor modificado Muestra M – 1.....	23
Figura 3 Proctor modificado Muestra M – 2.....	24
Figura 4 Ensayo CBR para la muestra (M – 1).....	25
Figura 5 Ensayo CBR para la muestra (M – 2).....	26
Figura 6 Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 % de cabuya.....	29
Figura 7 Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 % de bambú.....	31

RESUMEN

Este estudio experimental se centra en el desarrollo de pruebas de laboratorio que agiliza el proceso de verificación del rendimiento de futuros productos como fibras de cabuya y bambú, para su uso en la estabilización de cimientos para carreteras, esta investigación pretendió determinar las diferencias de los beneficios de incluir fibras de cabuya y bambú en el cálculo de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. la presente investigación es de tipo aplicada por que se basara en leyes científicas y teorías que se respaldan en normas, así mismo se busca determina la influencia de las fibras de cabuya y bambú en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos con la finalidad de mejorarlo, por lo cual tuvo un diseño de la investigación cuasi experimental, se pudo notar que el índice de plasticidad aumenta hasta un máximo de 36.97 % para un 10 % de adición de fibras de cabuya, mientras que logra conseguir un máximo de 38.16 % para un 10 % de adición de fibras de bambú. Al mismo tiempo se pudo encontrar que al incorporar un 10 % de fibra de bambú el óptimo contenido de humedad disminuyo hasta un 22.44 % en comparación con la muestra patrón (M – 1). Se concluyó en esta investigación que se logró calcular la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco, en el cálculo del índice de CBR del suelo arcilloso, de tal forma que al incorporarle el uso de fibras de cabuya y bambú, el CBR aumentó a 43.45 % y 47.81 % respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar estos elementos en un CBR de 8.87% con lo cual se puede demostrar que mejoran el índice de CBR d del suelo arcilloso.

Palabras claves: Fibras de cabuya fibras de bambú, proctor modificado, CBR, subrasante.

ABSTRACT

This experimental study focuses on the development of laboratory tests that streamlines the process of verifying the performance of future products such as cabuya and bamboo fibers, for use in the stabilization of foundations for roads, this research aimed to determine the differences of the benefits to include cabuya and bamboo fibers in the calculation of the mechanical properties of clay soil. This research is of an applied type because it will be based on scientific laws and theories that are supported by standards, likewise it seeks to determine the influence of cabuya and bamboo fibers on the mechanical properties of clay soils in order to improve it, for which had a quasi-experimental research design, it could be noted that the plasticity index increases to a maximum of 36.97% for a 10% addition of cabuya fibers, while it manages to achieve a maximum of 38.16% for a 10% addition of bamboo fibers. At the same time, it was found that by incorporating 10% bamboo fiber, the optimum moisture content decreased to 22.44% compared to the standard sample (M - 1). It was concluded in this research that it was possible to calculate the resistance of clay soil with the dosage of cabuya and bamboo fibers in Las Moras - Huánuco, in the calculation of the CBR index of clay soil, in such a way that when incorporating the use of fibers of cabuya and bamboo, the CBR increased to 43.45% and 47.81% respectively, being initially before applying these elements in a CBR of 8.87% with which it can be shown that they improve the CBR d index of the clay soil.

Keywords: Cabuya fibers, bamboo fibers, modified proctor, CBR, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los grandes problemas que forman parte del pavimento o capas de rodadura es la subrasante que pueden influir negativamente en el rendimiento del pavimento, si no se abordan adecuadamente durante la etapa de diseño, esto se puede notar fácilmente en la forma en que impiden el movimiento libre de vehículos. Este efecto se debe a los cambios notables del pavimento en la capacidad de carga, lo que lleva al deterioro del pavimento como resultado de su deformación estructural. Las variaciones de la capacidad de carga de la capa de subrasante están directamente relacionado al tipo de suelos con el cual está compuesto, el cual está relacionado principalmente con los cambios en el contenido de humedad de estos suelos durante su estado seco y húmedo.

Internacionalmente, en ciertos países los problemas particulares asociados con la construcción de carreteras en suelos arcillosos son comúnmente el cambio volumétrico estacional en estos suelos y su baja resistencia a la carga, por ello los suelos arcillosos no son recomendados para capa de subrasante. Según Waipungu (2019), Es un hecho establecido que la estructura y el comportamiento de los suelos arcillosos varía con el tipo de minerales que presenta el suelo, la ubicación, la historia del lugar y el clima. Estos factores tienen una enorme influencia en el diseño, la construcción y la gestión de las carreteras. En un esfuerzo por abordar los desafíos de los suelos arcillosos, el Manual de diseño de pavimentos y materiales del Ministerio de Obras Públicas de Tanzania establece la incorporación de fibras naturales para la estabilización del CBR de la subrasante.

En los últimos años, Kanayama en su artículo publicado en la revista Open Journal of Civil Engineering, donde menciona que el método de construcción con fibra vegetal ha atraído la atención como una tecnología de mejora del suelo con menor carga ambiental. Para la mejora del suelo, un método que se está aplicando consiste en el uso de fibras con la finalidad de mejorar del suelo. La Revista de la Geosynthetics International publicada en el año 2015, nos da a conocer que las subrasantes de suelos arcillosos no poseen la resistencia para soportar las actividades de construcción de carreteras y las cargas de tráfico previstas posteriores. De este modo a través de materiales como fibras ya sean geosintéticas o naturales se logra la estabilización de la subrasante maximizando la distribución

de la carga y aumentan la capacidad de carga efectiva para ayudar a proporcionar una capa de cimentación estable a partir de la cual se puede construir una plataforma de trabajo / camino permanente o temporal.

Según el manual de carreteras del Perú 2013, la estabilidad de superficies se precisa como el progreso de los patrimonios físicos y mecánicos de una superficie a través de ordenamientos e inscripción de bienes sintéticos, naturales o químicos. Tales estabilidades, por lo frecuente se efectúan en los suelos de subrasante inadecuados o pobres. Por consiguiente, en esta investigación se plantea conveniente el sistema de reforzamiento de las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso a través de la adición de fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco con la finalidad de mejorar el CBR de esta subrasante, respetando las normas que establecen técnicas para pruebas de laboratorio de suelos y estarán sujetas a estas normas RNE; MTC; NTP.

La formulación del problema se establece en Las Moras en distrito y provincia de Huánuco, ya que esta zona tiene una morfología muy accidentada y en tiempos de lluvia es expuesta a fenómenos naturales como lluvias torrenciales y huaycos que afectan a los pavimentos, por otro lado hacen que estas tengan pérdida de vida útil y se generen asentamientos o hundimientos que producen accidentes, por ello la importancia de conocer la medida exacta de polímeros y arcillas en proporción a la carga seca de la tierra con el fin de mejorar la subrasante existente para una vida más duradero de los pavimentos en Las Moras Huánuco. Por ello mi Problema General es ¿Cómo influye la aplicación de fibras de cabuya y bambú en las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021? Este problema general se fragmenta en los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera contribuyen las fibras de cabuya y bambú en la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021? ¿Cuál es la incidencia de las fibras de cabuya y bambú en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021? ¿Cómo varía la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021?

Justificación teórica: A través de esta exploración se busca ampliar nuestros conocimientos acerca del comportamiento mecánico que tiene los suelos arcillosos

en Las Moras – Huánuco con la incorporación de fibras de cabuya y bambú, aplicaremos los conceptos de estabilización de suelos con fibras de cabuya y bambú que actualmente posee importantes propiedades que beneficiarían el aspecto técnico en la elaboración de los planes de infraestructura vial. Justificación metodológica Es necesario seguir los procedimientos y estándares metodológicos para aplicarlos a la Ingeniería con finalidad de realizar una investigación científica y técnica. El soporte fundamental metodológico radica en el diseño de investigación puesto que la experiencia en campo tendrá un papel preponderante. Justificación técnica La investigación a realizar busca emplear las fibras de cabuya y bambú en las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco con la finalidad mejorar su plasticidad, compactación y resistencia, aplicando los conceptos técnicos del Manual de Carreteras de suelos, geología y asfaltos respecto al mejoramiento de subrasante empleando estabilización de tierras con productos derivados de plantas.

La hipótesis general: La aplicación de fibras de cabuya y bambú mejorarán las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. Para poder sustentar la hipótesis general se necesita de las siguientes hipótesis específicas: Las fibras de cabuya y bambú mejoran la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. Las fibras de cabuya y bambú inciden favorablemente en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. La dosificación de fibras de cabuya y bambú varían considerablemente la resistencia de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.

Los objetivos planteados en esta investigación se indican a continuación. Objetivo general: Analizar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos aplicando fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021. Objetivo específico: Evaluar la contribución de fibras de cabuya y bambú en la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. Determinar la incidencia de las fibras de cabuya y bambú en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. Calcular la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Huamani (2017), en su tesis titulada “Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes” que tuvo como objetivo determinar la influencia de la fibra de cabuya en el comportamiento mecánico de Concretos $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ comúnmente utilizados en las construcciones del distrito de Lircay Provincia de Angaraes, y así saber las propiedades mecánicas del mortero normal mediante ensayos de compresión, tensión y flexión, en relación a la metodología tipo de investigación es aplicada, su diseño es experimental su nivel de investigación es descriptivo y como muestra es de probetas con 4% en volumen de fibra de cabuya incorporados en el diseño. En los resultados indican que el concreto hecho con el 4% con fibra de cabuya presentó una compresión máxima de 177 kg/cm^2 con lo cual tuvo un aumento de resistencia de 2.7 kg/cm^2 en relación a su diseño de concreto 157 kg/cm^2 . Se llegó a **concluir** que la incorporación de la fibra de cabuya en la mezcla de concreto permite la utilización de dicho material, que existe en cantidades suficientes en nuestra provincia de Angaraes.

Tong (2019) su artículo “Mejoramiento de suelos arcillosos mediante refuerzo combinado de tiras de bambú y fibra de lino” tuvo como objetivo estudiar la influencia de las fibras de bambú y fibra de lino para reforzar la arcilla las propiedades mecánicas de suelos arcillosos. La metodología del diseño de investigación es experimental. Los resultados de la prueba muestran que la cohesión y el ángulo de fricción interna de las tiras de bambú y la arcilla reforzada con fibra de lino (BFRC) mejoran en comparación con la arcilla pura. En el caso de la arcilla reforzada con fibra de lino, la cohesión de la arcilla reforzada aumenta en 18.34% y el ángulo de fricción solo aumenta en un 0,39%. En el caso de las fibras de bambú y la arcilla, la cohesión de la arcilla reforzada aumenta en un 26,36% y el ángulo de fricción solo aumenta en un 10,24%. El CBR del suelo arcilloso tiene un índice de 21 % mientras que cuando se le agrega fibra de lino presentó un CBR de 23 %, por otro lado cuando se le agrega fibras de bambú el CBR conseguido fue de 47 %. Conclusiones: La adición de tiras de bambú mejora la resistencia al cizallamiento de la arcilla y mejora eficazmente la resistencia a la deformación de

la arcilla. La adición de fibras de bambú mejoró notablemente el CBR del suelo arcilloso.

Kanayama y Kawamura (2019) artículo “Efecto de la adición de fibra de bambú residual sobre las propiedades mecánicas del suelo” cuyo objetivo es mejora del suelo utilizado un método que utiliza fibra bambú. La metodología del diseño de investigación es experimental, se examinó experimentalmente el efecto de mejora del suelo utilizando desecho de fibra de bambú. Se planteó encontrar el esfuerzo de compactación máximo del suelo mezclado con fibra de bambú en la adición proporcional de mezcla de 0%, 1%, 3% y 5%. Como resultado se reveló que la mezcla con la adición de fibra de bambú residual genero una mejor compactación cuando se le agrego 3 % de fibra de bambú, mientras que cuando se le agrego un 5 % de fibra de bambú permitió aumentar el CBR de 19 % a 39 %. Conclusiones: Se observó que se formó la estructura de dos capas que consta de la estructura fibrosa principal relativamente gruesa y la estructura fibrosa capilar secundario. La adición de fibra de bambú residual en el suelo mejoro la resistencia del suelo aumentando en gran porcentaje el CBR del suelo.

Siswanto (2019) el artículo “La relación de la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de la fibra de bambú para la estabilización del suelo” cuyo objetivo es encontrar la relación de la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de la fibra de bambú para la estabilización del suelo con una adición del 10 % de fibra de bambú. La metodología del diseño de investigación es experimental. Esta investigación consistió en: Primero; realizar ensayo de compresión y tensión a las fibras de bambú. Segundo; realizar una mezcla entre el suelo recopilado de una calicata en una zona donde aún no se ha realizado pavimentación. Realizar el cálculo de compactación de proctor modificado y el cálculo del CBR con y sin fibra de bambú. Los resultados de las propiedades mecánicas de la fibra presentaron una resistencia de compactación de 58,63 kgf y una resistencia a la flexión de 302,25 kgf, el CBR obtenido en los ensayos sin la adición de fibras de bambú presentaron un índice de 61 % Mientras que con la adición de fibras de bambú presento un aumento llegando a tener un CBR de 78 %. Conclusiones: Como los resultados muestran que el coeficiente de correlación es 0,99607873, lo que significa que el modelo lineal está cerca del número 1. La

incorporación de fibras de bambú produce un aumento en la capacidad de compactación del suelo y mejora el CBR del suelo.

Amjad (2017) el artículo “Uso de carbón de bambú para la estabilización y reducción de la citotoxicidad de metales pesados en suelos contaminados por minas de China”, cuyo objetivo es mejorar el suelo contaminado a través de la aplicación de carbón de bambú. La metodología del diseño de investigación es cuasi experimental y pretende agregar los porcentajes de 3, 8 y 13 % de carbón de bambú al suelo obtenido de la ciudad de Yangling. Los resultados mostraron que la aplicación de carbón de bambú al suelo contaminado, detuvo el aumento de contaminación y permitió poder encontrar mejora en la estabilización del suelo contaminado. Esta mejora se pudo mostrar a través de los ensayos de Límite de Atterber, Proctor modificado y California Bearing, los cuales dieron como resultados un aumento de índice de plasticidad de 25.48 % a 28.84 %, Contenido de humedad óptima de 38.24 % a 21 % y un CBR de 11 % a 31 % con el porcentaje del 13 % carbón de bambú. Conclusiones: La investigación concluye que el uso de carbón de bambú estabiliza el suelo contaminado de la ciudad de Yangling por minas de China y reduce la citotoxicidad de metales pesados dichos suelos.

Kumar (2018) el artículo “Investigación de la inclusión aleatoria de fibra de bambú en suelo ordinario y su efecto Valor CBR”, cuyo objetivo consiste en mejorar el suelo reduciendo el riesgo de cualquier daño posterior a la estructura. La metodología del diseño de investigación es cuasi experimental y se determinaron varias propiedades de índice del suelo como contenido de humedad, gravedad específica, GS, límite líquido, WL, límite plástico, WP, límite de contracción, WS, índice de plasticidad, IP, relación de contracción, SR, distribución del tamaño de grano, pH. Las propiedades de índice del suelo orgánico se determinaron de acuerdo con ASTM D2976-15. Resultados: El valor de CBR sin remojar y empapado para 10 mm de longitud con 3 mm de diámetro se encontró 16.71 y 6.98% respectivamente con un contenido de fibra de bambú de 1.2%, que es 2.73 y 2.32 veces mayor que el suelo no reforzado. Se concluye que el valor de California Bearing Ratio (CBR) tanto sin remojo como empapado aumenta debido a la adición de fibra de bambú. Cuando aumenta la cantidad de fibra de bambú, el valor de California Bearing Ratio (CBR) no empapado y empapado del suelo aumenta

considerablemente y este aumento se produce hasta el 1,2% de la dosis de fibra de bambú.

López (2019) el artículo "Beneficios de la fibra de cabuya en las propiedades mecánicas del adobe compactado", cuyo objetivo consiste mejorar las propiedades mecánicas del adobe compactado con la adición de fibra de cabuya. La metodología del diseño de investigación es cuasi experimental y se agregó fibra de cabuya para mejorar las propiedades de las unidades de adobe con paja en diferentes porcentajes (1.5%, 1.75%, 2% y 2.5%). Resultados: Obtuvo un aumento de 33.09% en la resistencia a la compresión del adobe al agregar 1% de fibra de cabuya con 92.9 kg/cm², en comparación con una muestra sin adición de fibra de cabuya con 69.8 kg/cm². Cuando se adiciona 1.5% de paja de cebada aumenta la resistencia a la compresión entre 10-20%, dependiendo del tipo de suelo utilizado, pero al añadir más 3.5% de concentración de la fibra la resistencia a la compresión se reduce aproximadamente 45%. Conclusión: La fibra de cabuya aplicada y distribuida en porcentaje óptimo durante la elaboración del adobe, produce un buen contacto entre la fibra y la tierra que favorece para una buena adhesión y, consecuentemente, facilita su buena cohesión que conlleva hacia un buen comportamiento mecánico.

Ramos (2020), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el uso de FC como estabilizador e innovador para suelos blandos para la subrasante de av. cuzco distrito de mi Perú, en su aplicación se utilizó la norma, MTC, NTP, y la norma técnica americana AASHTO (A-2-4) y SUCS (SC), se clasificó (arena limosa) de baja plasticidad, el uso de fibra de cabuya incrementa el CBR, dando las proporciones de 10%, 15%, 20%, de FC en la muestra patrón, el material encontrado es de baja permeabilidad por la humedad con la napa freática alta, estos tipos de materiales es afectado con cambios atmosféricos bruscos, tal condición requiere un estabilizante para mejorar, viendo la realidad problemática del suelo se ha determinado un estudio de mecánica de suelos, comprendiendo los ensayos de granulometría, el Proctor modificado, y el CBR. Así mismo la inmersión. Al analizar los procedimientos correspondientes se concluye el CBR incrementa positivamente al adicionar el 10% fibra de cabuya el CBR es 31.30% así mismo para 15% fibra de cabuya en CBR es 35.50% igualmente para 20% de fibra de

cabuya el CBR es 38.50%) el tamaño del polímero fue diseñado y añadido y adherido a la muestra patrón de 40 mm y 20 mm.

Estabilización de suelos. El mejoramiento del suelo es una técnica de cambio de las propiedades del suelo para la Ingeniería con eficacia y eficiencia en evaluación constante de la calidad. Teniendo como concepto de (MTC, 2018), la carretera es un camino apto por donde pueden pasar los vehículos, esta puede ser acicalada o no. (Braga, 2015, p. 9).

Suelo arcilloso: tienen el riesgo de sufrir cambios volumétricos debido a los cambios en su contenido de humedad, y con una baja capacidad para soportar carga estructural, cuando se presenta este tipo de problemas es necesario darle una solución, muy a menudo lo que más se utiliza es el desalojo de todo el material arcilloso y reemplazarlo por otro tipo de suelo adecuado para el fin de una obra de construcción vial.

Tamaño de partícula del suelo arcilloso: La arcilla tiene el tamaño de partícula más pequeño de cualquier tipo de suelo, y las partículas individuales son tan pequeñas que solo pueden verse con un microscopio electrónico. Esto permite que exista una gran cantidad de partículas de arcilla en un espacio relativamente pequeño, sin los espacios que normalmente estarían presentes entre las partículas de suelo más grandes. Esta característica juega un papel importante en la textura suave de la arcilla, porque las partículas individuales son demasiado pequeñas para crear una superficie rugosa en la arcilla.

Estructura del suelo arcilloso: Debido al pequeño tamaño de partícula de los suelos arcillosos, la estructura de los suelos arcillosos tiende a ser muy densa. Las partículas generalmente se unen, creando una masa de arcilla que puede ser difícil de penetrar por las raíces de las plantas. Esta densidad es responsable de que el suelo arcilloso sea más grueso y más pesado que otros tipos de suelo, y el suelo arcilloso tarda más en calentarse después de períodos de clima frío. Esta densidad también hace que los suelos arcillosos sean más resistentes a la erosión que los suelos arenosos o francos.

Contenido orgánico del suelo arcilloso: La arcilla contiene muy poco material orgánico; a menudo es necesario agregar enmiendas si desea cultivar plantas en

suelos arcillosos. Sin material orgánico agregado, el suelo arcilloso generalmente carece de los nutrientes y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y la fotosíntesis. Los suelos arcillosos con minerales pesados pueden ser de naturaleza alcalina, lo que resulta en la necesidad de enmiendas adicionales para equilibrar el pH del suelo antes de plantar cualquier cosa que prefiera un pH neutro. Es importante analizar el suelo arcilloso antes de plantar para determinar tanto el pH del suelo como si carece de nutrientes importantes como nitrógeno, fósforo y potasio.

Permeabilidad y capacidad de retención de agua del suelo arcilloso: Uno de los problemas del suelo arcilloso es su lenta permeabilidad, lo que da como resultado una gran capacidad de retención de agua. Debido a que las partículas del suelo son pequeñas y están muy juntas, el agua tarda mucho más en moverse a través del suelo arcilloso que con otros tipos de suelo. Luego, las partículas de arcilla absorben esta agua, expandiéndose mientras lo hacen y ralentizando aún más el flujo de agua a través del suelo. Esto no solo evita que el agua penetre profundamente en el suelo, sino que también puede dañar las raíces de las plantas a medida que las partículas del suelo se expanden.

Identificación del suelo arcilloso: Hay varias pruebas que puede utilizar para identificar suelos arcillosos. Si se frota entre los dedos, una muestra de tierra arcillosa a menudo se siente resbaladiza y puede adherirse a los dedos o dejar rayas en la piel. El suelo arcilloso frotado a menudo también adquiere un aspecto brillante, en oposición a la textura rugosa que vería con otros suelos. Los suelos arcillosos no se desmoronan bien y, por lo general, una muestra de arcilla se puede estirar ligeramente sin romperse. Cuando están mojados, los suelos arcillosos se vuelven resbaladizos y pegajosos; el suelo también puede permitir que el agua se acumule brevemente antes de la absorción debido a la lenta penetración. Visualmente, los suelos arcillosos parecen sólidos sin partículas claras y pueden tener un color rojo o marrón distintivo en comparación con el suelo circundante.

Pavimento: Es una estructura el cual consta de múltiples capas, es decir se constituyen por capas de manera horizontal, los cuales están conformados por materiales que se seleccionan para cada tipo de capa. Este tipo de estructura se diseñan para soportar cargas que son transmitidas por el tránsito, así como también las condiciones medioambientales, los pavimentos deben durar para el periodo de años en el que fue diseñado, asimismo los pavimentos con el pasar de los años tienden a sufrir deformaciones ya sea por las cargas dinámicas que ha ido soportando durante un largo tiempo (Rondon y Reyes, 2015, p. 26)

Existen diversos tipos de pavimentos, uno de ellos es el pavimento rígido, el cual está compuesto por una capa de subbase y una capa de concreto, la primera capa puede ser de material granular o podría ser estabilizada con cualquier otro elemento. (Rondon y Reyes, 2015, p. 27)

Sub rasante: Es la parte exterior terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierra (corte y relleno), donde va el afirmado. Es un banco directamente relacionado con el afirmado y es parte de la prisma de la carretera que estas entre el suelo natural o aplanado y el pavimento, es la parte exterior del terraplén o fondo de las excavaciones del terreno (MTC EM 115), MTC, 2013.

Tabla 1: Categoría de Subrasante CBR

Categoría de Subrasante	CBR
Subrasante inadecuada	CBR<3
Subrasante pobre	3≤CBR<6
Subrasante regular	6≤CBR<10
Subrasante buena	10≤CBR<20
Subrasante muy buena	20≤CBR<30
Subrasante excelente	30≤CBR

Fuente: Manual de suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos (2014)

El índice de plasticidad se adoptó para evaluar la severidad de los contactos de aspereza o los efectos de rodaje en superficies de contacto de rodadura / deslizamiento lubricadas. Los principales resultados se resumen a continuación: El índice de plasticidad mayor generalmente causaba una mayor pérdida de peso de los discos, y era probable que ocurriera un desgaste severo en la superficie de menor dureza cuando había una gran diferencia en la dureza entre dos superficies.

En las mismas condiciones de funcionamiento, la vida a fatiga tiende a acortarse a medida que aumenta el valor Ψ . Sin embargo, dependiendo de la combinación de discos, se reconocieron algunas diferencias en la relación entre la vida a fatiga y Ψ . (A. Nakajima y T. Mawatari, 1998. p. 20)

La compactación del suelo es la pérdida de espacios porosos dentro de un perfil de suelo causada por el colapso de macro agregados debido a actividades naturales, humanas y animales. Es el proceso mediante el cual las partículas sólidas del suelo se colocan más cerca unas de otras por medios mecánicos, aumentando así su densidad aparente seca. Hay varias fuerzas, naturales e inducidas por el hombre, que compactan un suelo. Las fuerzas pueden ser grandes, como las de un tractor, una cosechadora o un implemento de labranza, o pueden provenir de algo pequeño como una gota de lluvia. El impacto de las gotas de lluvia durante la lluvia ejerce una fuerza mecánica sobre la matriz del suelo (especialmente cuando está expuesta) que es capaz de compactar el suelo. Esta es una causa natural de compactación y se ve como una costra del suelo. (Adediran, 2008. p. 4)

La prueba de relación de carga de California (CBR) es una de las pruebas de resistencia más comunes que se realizan para evaluar la calidad de la subrasante de los suelos y la idoneidad de los suelos para la subbase y las capas de base en los pavimentos. Sin embargo, existen variaciones en los procedimientos utilizados por varias agencias de transporte; esto genera confusión entre los ingenieros de carreteras. Para mejorar los procedimientos CBR existentes, se ha empleado con éxito un método alternativo para obtener valores CBR del suelo y evaluar la susceptibilidad a la humedad del suelo. Este método no solo es más fácil de realizar, sino que también requiere menos esfuerzo porque solo es necesario compactar y analizar cuatro muestras. También hay menos fuentes de error en que no se requiere obtener el contenido de humedad óptimo "correcto" para la compactación porque la prueba se considera una extensión de las pruebas de compactación (es decir, AASHTO T99 y T180). (Colin y Wayne, 1942, p. 91)

La prueba CBR fue ideada en 1929 en un intento de eliminar algunas de las deficiencias de las pruebas de carga de campo y para proporcionar un método rápido para comparar la base local y los materiales de subbase disponibles para reforzar la subrasante. En este estudio, las muestras del material se consolidaron

primero a fondo hasta la densidad obtenible con buenos métodos de construcción o aproximadamente la densidad de buenos materiales de subrasante finalmente producidos por el tráfico. Este procedimiento eliminó, en gran medida, la mayor parte de la deformación inelástica y de consolidación que a menudo influye en las pruebas de carga estática realizadas en el campo. (Colin y Wayne, 1942, p. 92)

La presión estática de 2,000 psi se adoptó después de que se descubrió que esta presión era necesaria para producir una densidad equivalente a la presente en las carreteras antiguas que habían estado sujetas al tráfico durante un período de años. Para el control de campo, donde no se disponía de una máquina de compresión, se utilizó un método de compactación de impacto con 20 golpes de un pisón de 10 libras con un pisón de 18 pulg. cae en cada 1 pulg. se adoptó la capa.

Cabuya (*Furcraea andina*). La Cabuya (*Furcraea andina*) es una planta endémica del Perú, lugar común de las yungas andinas e inclinaciones occidentales, en las montañas, se desarrolla de 1450 a 3000 metros sobre el nivel del océano. Esta planta se crea en los distritos costeros, yunga y quechua. Al tener un lugar con la familia de las agavácea, está amueblado con cardos en sus bordes con hojas carnosas y excepcionalmente fibrosas, tiene flores amarillas y se recrea mediante brotes que brotan de la forma de sus cimientos. (López y Torbisco, 2021. p. 458)

Barrantes (2016). En nuestra nación se encuentra regularmente en la naturaleza en los valles de las montañas y se desarrolla con un tema decorativo en los viveros frente a la playa. Se le asignaron diferentes nombres, según las zonas donde crecieron. Los nombres más Conocidos son: Agave, Maguey, Cabuya, Chuchau, Pacpa, Penca, Cabuya Yankee folklore, Century plant, Aloe, Ancashchampatra, Pita, Cocuisa, Cocui, Cabuyero, Penca azul, México, Kellupancarita. Es una planta de 2 a 7 metros de tamaño, sin tallo o con un tronco corto. Las hojas verdes oscuro están orquestadas en una roseta gruesa, de 1 a 3 m de largo y 15 a 20 cm de ancho, gruesa, carnosas, lanceolada y sin pecíolo, algo curvada hacia arriba y hacia adentro. Con bordes firmes que tienen 20 a 30 espinas coordinadas hacia afuera o hacia arriba desde el centro extendido y la consumación en un agujijón enorme. Las hojas se conocen como hojas o alas. Las hojas pueden cambiar entre tonos verde grisáceos a algo azules. Se desarrolla rápidamente, llegando al desarrollo en un par de años. En su mayor parte, la cosecha de hidromiel se completa cuando la

planta llega a 3 metros de altura, más o menos a partir de 5 años, dependiendo de la condición geológica. La extracción del dulce exprimido o hidromiel se realiza antes de que la planta florezca, ya que después de esto, el Cabuya patea el cubo. (Cervantes y Cuya, 2015 p. 76).

Tabla 2. Composición química de cabuya.

Nutrientes	Valores
Humedad (%)	87.38
Proteínas (%)	0.30
Grasas (%)	0.01
Carbohidratos (kcal/kg)	1200.00
Cenizas (%)	0.23
Potasio (%)	21.56
Magnesio (%)	7.41
Calcio (%)	9.51
Fosforo (%)	4.20

Fuente: *Mayon 2015.*

El bambú es un recurso natural abundante y viable y hay más de 1250 especies en todo el mundo que van desde el bambú de pequeño diámetro "parecido a una caña" hasta el bambú "leñoso" de gran diámetro. La tasa de crecimiento del bambú varía de 30 a 100 cm por día en la temporada de crecimiento y requiere solo de 3 a 5 años para estar lo suficientemente maduro para la cosecha.

Debido a las altas propiedades de absorción de agua, alta flexibilidad, alta intensidad, alto contenido de fibra, bajo peso, bajos costos, tasa de crecimiento rápido, tallos perennes y asexuales, el bambú ha ganado el potencial global como material de ingeniería civil en un amplio campo de aplicaciones. En las aplicaciones de la ingeniería arquitectónica y la ingeniería de materiales compuestos, el bambú se ha utilizado como elemento de refuerzo para reemplazar los materiales convencionales, incluidos el acero y los plásticos poliméricos, debido a la rentabilidad y el consenso de sostenibilidad. En el campo de la ingeniería geotécnica, el bambú se ha utilizado en diversos ámbitos y aplicaciones, como

refuerzo del suelo, protección de pendientes, prevención de la erosión del suelo, mejora de la capacidad de carga y muchos otros enfoques ecológicos. Los estudios que intentaron explotar la aplicabilidad de la fibra de bambú para la estabilización del suelo se revisan críticamente en esta sección al distinguir el mecanismo de distribución de fibras bajo ODFS y RDFS. (Tong, 2019, p. 54)

El bambú se puede usar en la planificación de la construcción porque, según sus propiedades, la resistencia mecánica del bambú tiene una alta resistencia a la tracción y una alta resistencia a la compresión, por lo que puede usarse para reforzar el suelo. El bambú que tiene buena calidad también tendrá buenas propiedades mecánicas porque el bambú que tiene buena resistencia a la compresión, los resultados de laboratorio también muestra que el bambú también tiene buena resistencia a la tracción. (Siswanto, 2019)

Tabla 3. Composición química de bambú.

Nutrientes	Valores
Carbono (%)	45.71
Hidrogeno (%)	5.96
Oxigeno (%)	45.76
Azufre (%)	41.40
Azufrados (%)	11.15
Material Volátil (%)	76.36
Ceniza (%)	3.19

Fuente: Rojas (2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación

Según Tacillo (2016) la investigación aplicada se define por la aplicación de las leyes científicas y teorías que se basan en normas, para explicar y dar solución a problemas de la actual realidad. (p. 88)

De este modo guardando la relación con Tacillo, la presente investigación es de tipo aplicada por que se basara en leyes científicas y teorías que se respaldan en normas, así mismo se busca determina la influencia de las fibras de cabuya y bambú en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos con la finalidad de mejorarlo.

Diseño de investigación

Según Tacillo (2016) el diseño de la investigación cuasi experimental consiste en la manipulación deliberada de por lo menos una variable independiente para observar la variación en la variable dependiente, todo ello de manera controlada. Son propios de las investigaciones cuantitativas. (p. 82)

Con todo lo explicado con Tacillo, se indica que la presente tesis es un diseño de la investigación cuasi experimental, ya que se manipulara las variables independientes (fibras de cabuya y bambú) para observar la variación en la variable dependiente (propiedades mecánicas de suelos arcillosos).

3.2. Variables, operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE: Fibras de cabuya y bambú.

Definición Conceptual: Según Huamani (2017) Las fibras cabuya y bambú provienen de plantas de sus cuyos diámetros varían de 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores al 12%, Por funcionalidad, geometría y dosificación. Las propiedades mecánicas a la tensión son las más importantes en las fibras, dado que son típicamente usadas en tensión o esfuerzos complejos que incluyen tensión.

Definición operacional: A través de la aplicación de fibras cabuya y bambú se busca mejorar la plasticidad, compactación y resistencia del suelo arcilloso, para ello se adicionará al suelo de Las Moras – Huánuco los porcentajes de 5%, 7.5%, 10%.

Dimensiones:

- Dosificación de fibras de cabuya
 - 5%
 - 7.5%
 - 10%
- Dosificación de fibras de bambú.
 - 5%
 - 7.5%
 - 10%
- Propiedades físicas
 - Densidad
 - Resistencia de tracción
 - Módulo de elasticidad

VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas de suelos arcillosos.

Definición Conceptual: Según Castro (2019) El suelo es el atributo material en donde se puede ejecutar las obras, para ello es necesario observar las propiedades mecánicas como Plasticidad, Compactación y Resistencia. Las propiedades mecánicas de suelos arcillosos permitirán a la subrasante dar una mejor capacidad a al pavimento.

Definición operacional: Proceso que tiene como objetivo la mejora de propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Los ensayos de CBR y Proctor se realizarán para obtener la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, en la extensión de suelos y la resistencia de la sub - rasante que se propone.

Dimensiones:

- Plasticidad
- Compactación
- Resistencia

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

(Hernández, 2016), afirma que la población llega a ser una gran cantidad de componentes que coinciden con algunas de las representaciones. Para esta evaluación, se tomará como muestra todo el suelo arcilloso de Las Moras - Huánuco:

Lugar: Las Moras

Distrito: Huánuco

Provincia: Huánuco

Departamento: Huánuco

Longitud: 1.0 Km.



Figura 1. Mapa de Ubicación de la provincia de Huánuco

Limita por el: Norte: Con el distrito de Santa María del Valle. Sur: Con el distrito de San Francisco de Cayrán y Pillico Marca Este: Con el distrito de Amarlís Oeste: Con el distrito de Quisqui.

Se eligió este tramo no asfaltado del Jr. Bueno Aires cuadra 3 Las Moras - Huánuco, con el propósito de proponer una alternativa de solución para mejorar las condiciones de una carretera no pavimentada para así obtener una mejor resistencia, durabilidad ante la demanda vehicular que se presenta en el lugar de estudio.

Muestra:

Según Tacillo (2016) la muestra es conocida como una porción o parte de un grupo de objetos, el cual sirve para conocer a toda la población. Se parte del supuesto denominado "muestra" o porción, esto es representativo para caracterizarlo e identificar sus propiedades.

La muestra está conformada por todo el suelo arcilloso de la Jr. Bueno Aires cuadra 3 Las Moras - Huánuco. Se ejecutarán dos calicatas de 1.50 m de profundidad a cada 50 m, y una vez obtenida la muestra, se procederá a realizar los ensayos descritos anteriormente.

Muestreo:

Según Niño (2011) señala que “el muestreo se define como la técnica mediante el cual se calcula la muestra de la población” (p. 57).

El muestreo será de tipo no probabilístico debido a que la muestra está delimitada por el investigador, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la zona más adecuada para la obtención de las muestras.

Unidad de análisis:

A continuación, se observa la selección de calicatas y sus respectivas coordenadas Según la geografía de UTM.

Tabla 4. Ubicación y características de calicata. (UTM)

CALICATAS	ANCHO (m)	LARGO (m)	PROFUNDIDAD (m)	CANT. MUESTRA (kg)	COORDENADAS DE UTM	
					ESTE	NORTE
C-1	1.00	1.00	1.50	50.00	364552.02	8902901.18
C-2	1.00	1.00	1.50	50.00	364464.07	8902456.21

Fuente: *Elaboración propia.*

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se entiende por medio de la recopilación de datos, técnicas y mecanismos exclusivos que pueden llevarse a cabo, por medio del analista para revelar los datos. Esto contribuirá a una comprensión más amplia sobre nuestras unidades de observación, Las estrategias para usar dentro de esta investigación pueden ser

declaraciones y experimentos. Instrumento de recolección de datos: Guía de Observación se realizó una Guía de Observación, como instrumento físico para recolectar y registrar datos, ya que de esta manera se permite mantener la información de manera ordenada. A través de esta Guía de Observación, se puede determinar los principales problemas que presenta el suelo arcilloso en Las Moras en Huánuco.

Tabla 5. Instrumento de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Tipo de Investigación
Observación experimental	Ensayos de Laboratorios	Cuasi experimental

Fuente: *Elaboración propia.*

El ensayo granulométrico (ASTM D-422, AASHTO T-88, NTP 339.128, MTC E107), consiste en hacer pasar por una torre de tamices de distinto diámetro la muestra representativa, con la finalidad de separar el material según sus respectivos tamaños, los cuales quedan retenidos por cada tamiz. Los tamices con los que se cuenta en laboratorio para poder realizar este ensayo son de, 3", 2", 1/2", 1/4", N°4, N°10, N°20, N°40, N°80, N°100 y N°200. Ensayo de Límites de Atterberg, Estos ensayos consisten en Ensayos de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D – 4318, NTP 339.129, MTC E111).

Ensayo de Contenido de Humedad, Para efectuar este ensayo se contó como referencia a normas tales como (ASTM D2216 – MTC E108 – 1999, NTP 339 – 128, AASHTO T88). Ensayo de compactación Proctor Modificado Para este ensayo se toman como referencia a las normas (NTP 339.141, ASTM D1557, AASHTO T180, MTC 115).

Ensayo de California Bearing Ratio (CBR), La investigación tomó como referencias las normas, (ASTM D1883, AASHTO T193, MTC E132).

3.5. Procedimiento

Se agrupo toda la investigación relacionada al tema que se trata sobre la incorporación de fibras de cabuya y bambú en la subrasante basándonos en las diversas tesis, libros y artículos. La información encontrada tiene que ser semejante

al tema a emplear, posteriormente realizar con lo mencionado anteriormente se procesa la información para conseguir nuestros datos, usando la interpolación. Por consiguiente, los resultados obtenidos, se llegará a realizar un análisis para precisar cuál de los aditivos es un mejor estabilizante y recomendable a su dosificación adecuada para poder así lograr una subrasante estabilizada.

3.6. Método de análisis de datos

En el presente estudio se pretende utilizar los procedimientos establecidos por el ASTM, NTP, donde la finalidad será recopilar la información obtenidos de los ensayos del laboratorio y registrarlos, a su vez se pretende emplear el Microsoft Excel para poder redactar la información junto con las estadísticas en el proceso de la codificación, presentación de cuadros y la organización de los procedimientos.

3.7. Aspectos éticos

Todo lo datos recolectados en el presente documento es propiedad intelectual del autor de la misma, en cuanto a los gráficos, tablas, ideas, entre otros que están relacionados a terceros se ha citado de manera adecuada, dándole así a los autores el mérito y crédito que por derecho se han ganado, por lo tanto, se ha seguido unas determinadas pautas para el citado de acuerdo al sistema ISO 690.

IV. RESULTADOS

Clasificación de suelos

El Análisis Granulométrico que se le hizo al terreno natural, el cual no se le hizo ninguna alteración al suelo con la intención de conocer los datos iniciales del suelo a fin de conocer la clasificación del suelo mediante la distribución del tamaño de las partículas para de esa forma obtener información de las partículas que lo componen mediante un tamizado.

Tabla 6. Análisis Granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	
	(mm)	C - 1, M - 1	C - 2, M - 2
1/4"	6.350	100.00	100.00
N° 4	4.750	99.27	99.06
N° 6	3.360	97.52	97.10
N° 8	2.360	95.96	95.33
N° 10	2.000	93.72	92.88
N° 16	1.180	91.00	89.95
N° 20	0.850	88.96	87.70
N° 30	0.600	86.47	85.00
N° 40	0.425	83.78	82.10
N° 50	0.300	80.02	78.13
N° 80	0.180	76.11	74.01
N° 100	0.150	72.90	70.59
N° 200	0.075	68.08	65.56

Fuente: elaboración propia

Como se puede visualizar en la tabla N° 6, se realizó el análisis granulométrico por tamizado de las muestras M - 1 y M - 2 para las calicatas 1 y 2 respectivamente, esta granulometría nos permitió brindar la clasificación de suelo necesaria para el estudio.

Tabla 7. Clasificación de suelos, límites de Atterberg y distribución Granulométrica

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Descripción	C - 1, M - 1	C - 2, M - 2
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL	CL
Límite Líquido (LL)	48.28	48.81
Límite Plástico (LP)	18.08	17.85
Índice de Plasticidad (IP)	30.19	30.96
Grava (%)	1	1
Arena (%)	31	33
Finos (%)	68	66

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 8 se muestra la clasificación de suelos SUCS ASTM D – 2487 con la cual se determinó que el tipo de suelo es Arcilla - Arcillas de baja a mediana compresión. Para ambas muestras analizadas, donde se puede resaltar que el índice de plasticidad de ambas muestras se encuentran muy cercanas donde M – 1 tiene un índice de 30.19 y la M – 2 tiene un índice de 30.96. También en la muestra M – 1 se obtuvo 68 % de finos, 31 % de arena y tan solo 1 % de grava, similarmente en la muestra M – 2 se obtuvo 66 % de finos, 33 % de arena y tan solo 1 % de grava.

Proctor Modificado para muestras naturales.

Determinar la variación en los resultados del ensayo Proctor Modificado para las diferentes dosificaciones de las fibras de cabuya y bambú empleadas en el Jr. Bueno Aires cuadra 3 Las Moras - Huánuco, Huánuco – 2021.

Se empleó el ensayo Proctor modificado, para obtener información acerca del óptimo contenido de humedad (OCH) y la máxima densidad seca (MDS) de las muestras para suelo natural, las cuales se muestran en la tabla 9 para la muestra sin modificar como para la muestra con fibras de cabuya y bambú dándonos los siguientes resultados.

Tabla 8. Datos Proctor Modificado M – 1 y M – 2

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm ³)	O.C.H. (%)
M-1	1.42	28.75
M-2	1.45	27.57

Fuente: elaboración propia

Como se puede encontrar en la tabla N° 9, en la muestra M – 1 obtuvo una máxima densidad seca de 1.42 g/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 28.75 %, de forma similar en la muestra M – 2 obtuvo una máxima densidad seca de 1.45 g/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 27.57 %.

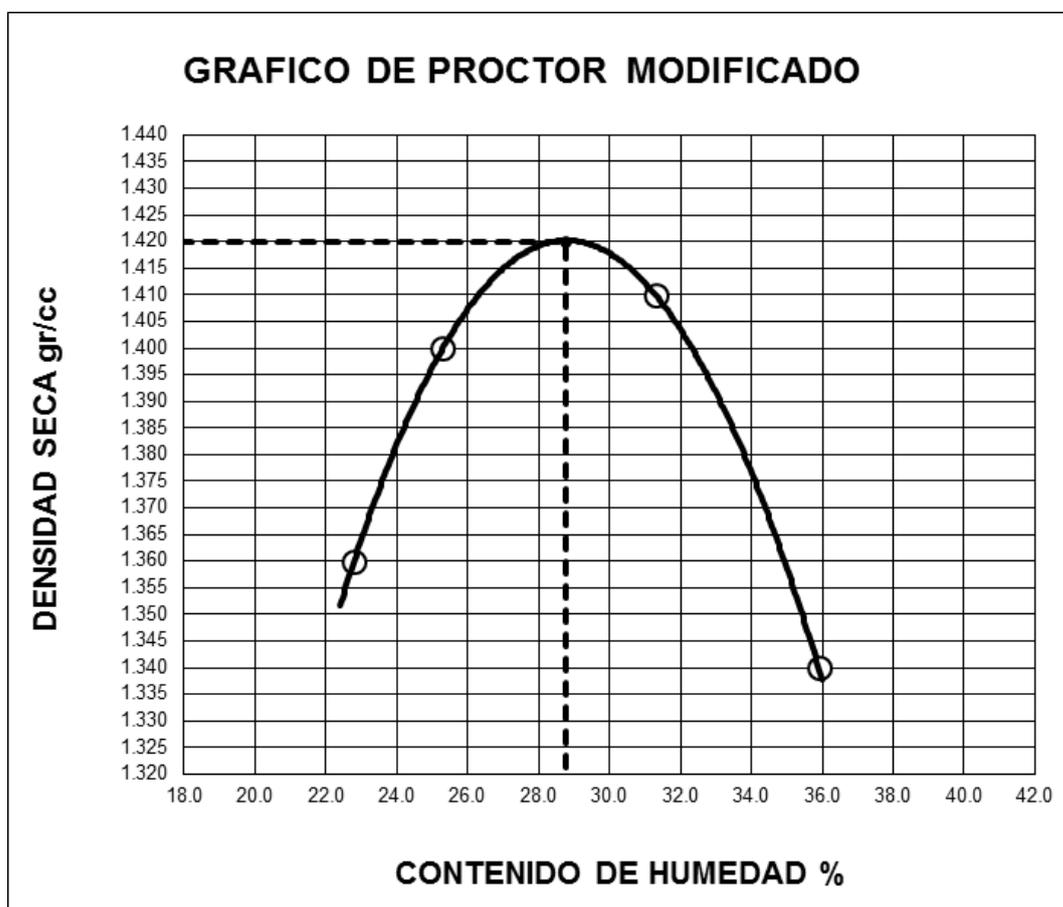


Figura 2. Proctor modificado Muestra M - 1

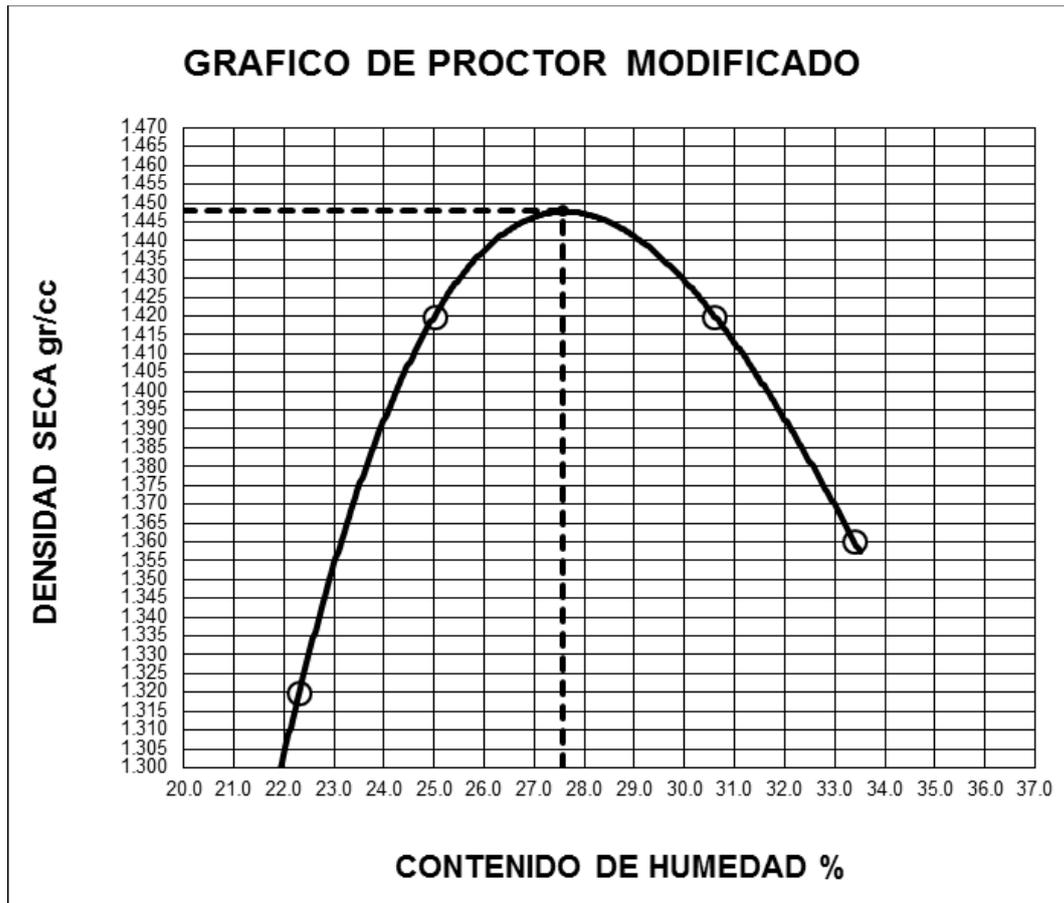


Figura 3. Proctor modificado Muestra M - 2

Como se puede observar en las gráficas N° 11 y N° 12 las curvas que nos brinda el proctor modificado se consigue para la muestra (M – 1) una máxima densidad seca de 1.42 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 28.75 % estos dos valores se consiguen en el punto más alto de la curva, del mismo modo para el proctor modificado para la muestra M – 2 una máxima densidad seca de 1.45 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 27.57 %. Luego se procede a realizar los CBR respectivos para cada muestra.

CALIFORNIA BEARING RATIO

Para este ensayo se tomó las muestras de ambas calicatas con sus respectivos proctor con la finalidad de encontrar el CBR más perjudicial de ambos y luego intentar mejorarlo con las fibras de cabuya y bambú.

Tabla 9. Ensayo CBR para la muestra (M – 1)

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	11.36 %
CBR AL 95%	0.1"	=	8.87 %
CBR AL 100%	0.2"	=	37.11 %
CBR AL 95%	0.2"	=	35.08 %

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 10 se muestra que el CBR alcanzado al 100 % de penetración de 1'' es de 11.36 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 8.87 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño.

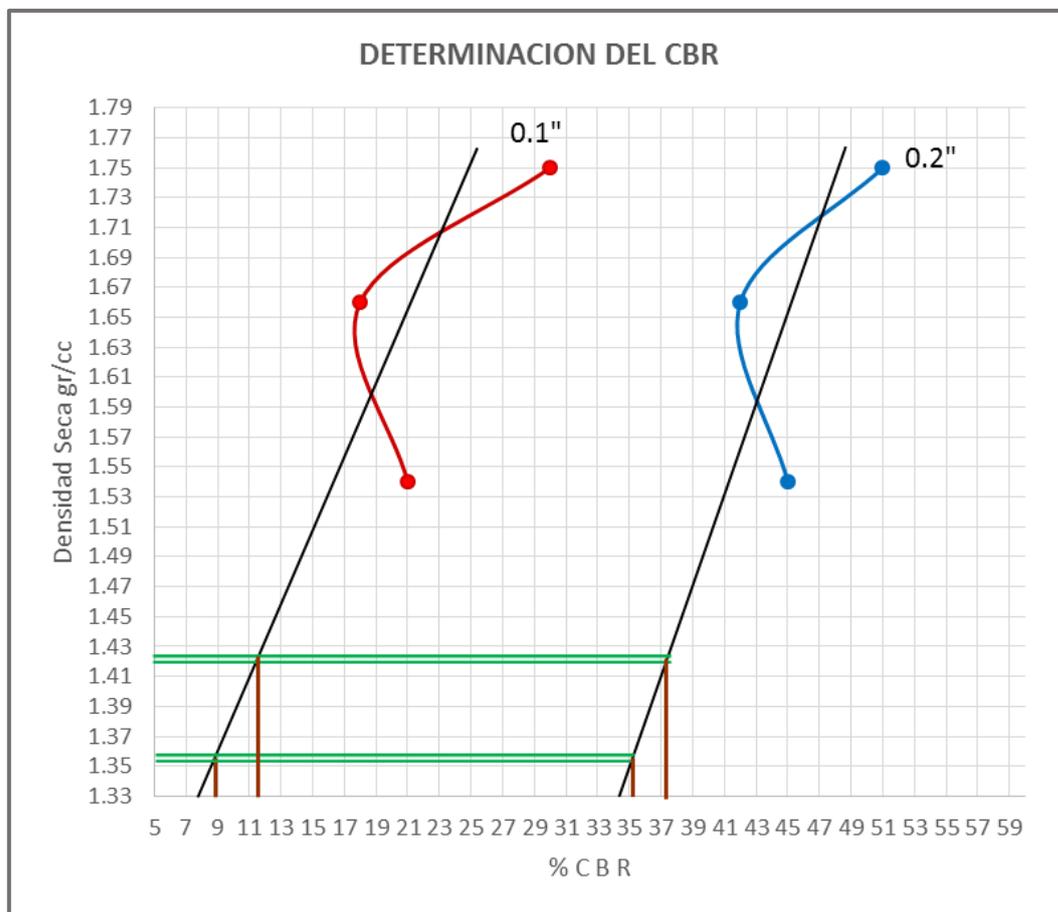


Figura 4. Ensayo CBR para la muestra (M – 1)

En las gráficas N° 3 se observa las curvas obtenidas con el equipo de aplicación de penetración CBR con lo cual se realiza la proyección de las gráficas y se intersecta con las máximas densidades obtenidas en el ensayo proctor modificado.

Tabla 10. Ensayo CBR para la muestra (M – 2)

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	20.34 %
CBR AL 95%	0.1"	=	18.26 %
CBR AL 100%	0.2"	=	43.03 %
CBR AL 95%	0.2"	=	40.02 %

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 11 se muestra que el CBR alcanzado al 100 % de penetración de 1'' es de 20.34 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 18.34 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño.

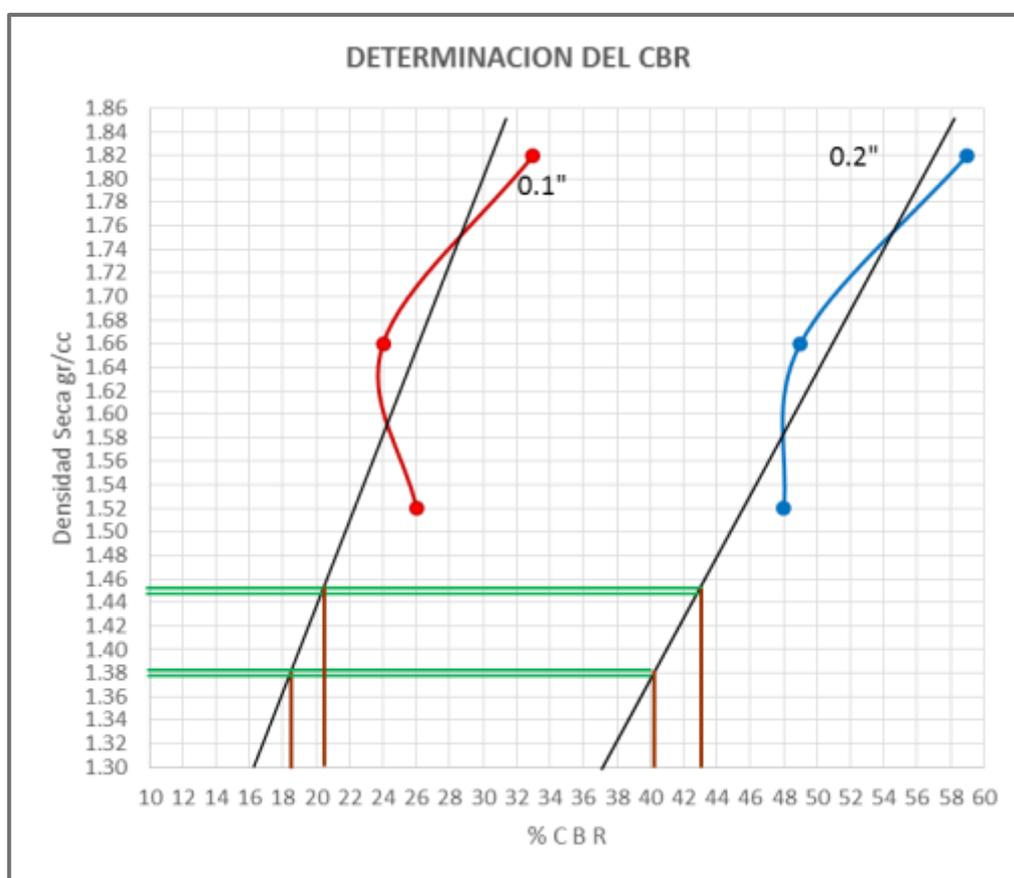


Figura 5. Ensayo CBR para la muestra (M – 2)

En las gráficas N° 4 se observa las curvas obtenidas con el equipo de aplicación de penetración CBR con lo cual se realiza la proyección de las gráficas y se intersecta con las máximas densidades obtenidas en el ensayo proctor modificado.

Una vez conseguido los dos CBR de las muestras (M – 1) y (M – 2), se tomó como muestra de análisis a la muestra que tuvo el menor CBR para poder elaborar los respectivos adiciones de cabuya y de bambú. De este modo el menor CBR corresponde a la muestra (M – 1) que alcanzo un CBR de 8.87 %, a dicha muestra se le agregaron las respectivas adiciones de fibras de cabuya y de bambú.

A. DETERMINACIÓN DE LOS PROCTOR MODIFICADOS DE LA MUESTRA (M – 1) CON LA ADICIÓN DE CABUYA.

Se procedió a realizar 3 proctor modificados de la muestra (M – 1) con la adición de 5 %, 7.5 % y 10 % de cabuya.

Tabla 11. Proctor Modificado (M – 1) con adición de 5 %, 7.5 % y 10 % de cabuya

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm ³)	O.C.H. (%)
M-1 + 5 % de cabuya	1.42	29.34
M-1 + 7.5 % de cabuya	1.42	29.34
M-1 + 10 % de cabuya	1.46	28.58

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla N° 12 se obtuvo para la muestra con adición de 5 y 7.5 % de cabuya una máxima densidad seca de 1.42 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 29.34 %, del mismo modo para el proctor modificado para la muestra que tiene una adición de 10 % de cabuya una máxima densidad seca de 1.46 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 28.58 %. Luego se procedió a realizar los CBR respectivos para cada muestra.

California bearing ratio

Para este ensayo se tomó la muestra (M – 1) con las adiciones respectivas de de 5 %, 7.5 % y 10 % de cabuya donde se realizó con la final de mejorar el CBR y al mismo tiempo realizar la comparación con los ensayos con la adición de bambú.

Tabla 12. Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 %,7.5 % y 10 % de cabuya

<u>VALORES DEL CBR (M – 1) + 5 % Cabuya</u>			
CBR AL 100%	0.1"	=	43.62 %
CBR AL 95%	0.1"	=	41.76 %
CBR AL 100%	0.2"	=	63.38 %
CBR AL 95%	0.2"	=	61.02 %
<u>VALORES DEL CBR (M – 1) + 7.5 % Cabuya</u>			
CBR AL 100%	0.1"	=	43.76 %
CBR AL 95%	0.1"	=	42.48 %
CBR AL 100%	0.2"	=	63.38 %
CBR AL 95%	0.2"	=	61.02 %
<u>VALORES DEL CBR (M – 1) + 10 % Cabuya</u>			
CBR AL 100%	0.1"	=	47.35 %
CBR AL 95%	0.1"	=	43.45 %
CBR AL 100%	0.2"	=	67.86 %
CBR AL 95%	0.2"	=	62.34 %

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 13 se muestra que el CBR para la muestra (M – 1) + 5 % de cabuya alcanzado al 100 % de penetración de 1'' es de 43.62 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 41.76 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño. Del mismo modo se muestra que el CBR para la muestra (M – 1) + 7.5 % de cabuya alcanzado al 100 % de penetración de 1'' es de 43.76 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 42.48 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño. Por último se muestra que el CBR alcanzado al 100 % de penetración de 1'' es de 47.35 % y el CBR para la muestra (M – 1) + 10 % de cabuya al 95 % de penetración de 1'' es de 43.45 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño.



Figura 6. Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 % de cabuya

En las gráficas N° 5 se observa las curvas obtenidas con el equipo de aplicación de penetración CBR y se intersecta con las máximas densidades obtenidas en el ensayo proctor modificado.

B. Determinación de los proctor modificados de la muestra (M – 1) con la adición de bambú.

Se procedió a realizar 3 proctor modificados de la muestra (M – 1) con la adición de 5 %, 7.5 % y 10 % de bambú.

Tabla 13. Proctor Modificado (M – 1) con adición de 5 %, 7.5 % y 10 % de bambú

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm ³)	O.C.H. (%)
M-1 + 5 % de bambú	1.48	28.28
M-1 + 7.5 % de bambú	1.50	23.50
M-1 + 10 % de bambú	1.47	22.44

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla N° 16 se obtuvo para la muestra con adición de 5 % de bambú una máxima densidad seca de 1.48 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 28.28 %, del mismo modo para el proctor modificado para la muestra que tiene una adición de 7.5 % de bambú una máxima densidad seca de 1.50 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 23.50 %, finalmente la muestra que tiene una adición de 10 % de bambú una máxima densidad seca de 1.47 g/cm³ y con ello un óptimo contenido de humedad de 22.44 %. Luego se procedió a realizar los CBR respectivos para cada muestra.

California bearing ratio

Para este ensayo se tomó la muestra (M – 1) con las adiciones respectivas de de 5 %, 7.5 % y 10 % de bambú donde se realizó con la final de mejorar el CBR y al mismo tiempo realizar la comparación con los ensayos con la adición de cabuya en las mismas proporciones.

Tabla 14. Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 %,7.5 % y 10 % de bambú

<u>VALORES DEL CBR (M – 1) + 5 % bambú</u>			
CBR AL 100%	0.1"	=	47.35 %
CBR AL 95%	0.1"	=	43.45 %
CBR AL 100%	0.2"	=	67.86 %
CBR AL 95%	0.2"	=	62.34 %
<u>VALORES DEL CBR (M – 1) + 7.5 % bambú</u>			
CBR AL 100%	0.1"	=	51.12 %
CBR AL 95%	0.1"	=	47.86 %
CBR AL 100%	0.2"	=	70.64 %
CBR AL 95%	0.2"	=	66.92 %
<u>VALORES DEL CBR (M – 1) + 10 % bambú</u>			
CBR AL 100%	0.1"	=	52.92 %
CBR AL 95%	0.1"	=	47.81 %
CBR AL 100%	0.2"	=	71.93 %
CBR AL 95%	0.2"	=	66.37 %

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 17 se muestra que el CBR para la muestra (M – 1) + 5 % de bambú alcanzando al 100 % de penetración de 1'' es de 47.35 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 43.45 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño. Del mismo modo se muestra que el CBR para la muestra (M – 1) + 7.5 % de bambú alcanzando al 100 % de penetración de 1'' es de 51.12 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 47.86 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño. Finalmente se muestra que el CBR para la muestra (M – 1) + 10 % de bambú alcanzando al 100 % de penetración de 1'' es de 52.92 % y el CBR al 95 % de penetración de 1'' es de 47.81 %, siendo este el valor más importantes que se tiene que utilizar en el diseño.

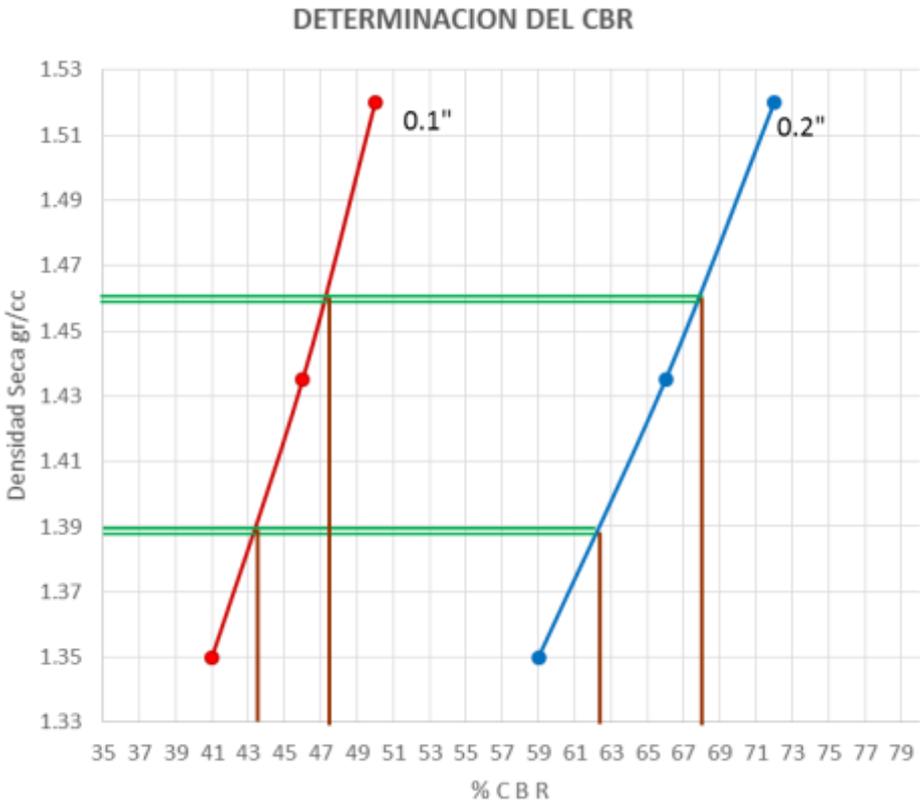


Figura 7. Ensayo CBR para la muestra (M – 1) + 5 % de bambú

En las gráficas N° 6 se observa las curvas obtenidas con el equipo de aplicación de penetración CBR y se intersecta con las máximas densidades obtenidas en el ensayo proctor modificado para las muestra (M – 1) + 5 % de bambú.

V. DISCUSIÓN

Se planteó como objetivo general analizar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos aplicando fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021. Según Wagner (2017), las propiedades mecánicas de suelos arcillosos se caracterizan por tener una gran cantidad de arcilla en un suelo esto causa una mayor plasticidad, mayor potencial de contracción y de hinchamiento, mayor compresibilidad y menor resistencia al cizallamiento. Otra característica importante de las arcillas es la muy baja conductividad hidráulica, así como la permeabilidad a los gases. El comportamiento mecánico del suelo de algunas arcillas problemáticas como suelos expansivos o hinchados. Al mismo tiempo en su investigación menciona que al adicionar alguna encima o agregado estabilizados mejora las propiedades mecánicas del suelo. En la actual investigación los principales hallazgos realizados en relación a la plasticidad, compactación y CBR de los suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco, se puede indicar que tanto las fibras de cabuya y bambú mejorarán las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco, debido a que mejora el índice de plasticidad del suelo, se necesita menos humedad para llegar a su compactación perfecta y genera un aumento considerable en el CBR de los suelos arcillosos, es por esto que se logró comprobar a través de los ensayos de laboratorio y cumpliendo con los parámetros especificados en las normas peruanas fibras de cabuya y bambú permiten la mejora de las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco. Como se observa en las discusiones específicas el uso de fibras de cabuya y bambú, brindan que el suelo arcilloso mejore en sus propiedades mecánicas con lo cual cuando se realice la adición de fibras de cabuya y bambú tendrá un buen soporte como base al aplicar cualquiera de estos dos tipos de elementos entre sus componentes. La investigación muestra que tanto las fibras de cabuya y bambú son opciones muy confiables ya que se realizaron los ensayos en laboratorios certificados. Los resultados de las investigaciones de Huamani (2017) donde la fibra de cabuya mejoran las propiedades mecánicas del concreto debido a que las propiedades de la cabuya permite una mejor resistencia a compresión y tensión del concreto así mismo la investigación de Tong (2019) donde utiliza tiras de bambú y fibra de lino para el mejoramiento de suelos arcillosos mediante refuerzo combinado

o también la investigación de Kanayama y Kawamura (2019) que indica que cuando se le agrego un 5 % de fibra de bambú permitió aumentar el CBR de 19 % a 39 %. Dado a esto se puede tener en consideración y otras cosas más que la adición de fibras de cabuya y bambú permiten una mejora en las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos de forma significativa en Las Moras – Huánuco.

Se planteó como primer objetivo específico evaluar la contribución de fibras de cabuya y bambú en la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. Según López y Torbisco (2021), El índice de plasticidad (PI) es una de las propiedades mecánicas de los suelos, en este caso de los suelos arcillosos, al mismo tiempo es una medida de la plasticidad de un suelo, es decir que el índice de plasticidad es el tamaño del rango de contenido de agua donde el suelo exhibe propiedades plásticas. El PI es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ($PI = LL - PL$). En la actual investigación los principales hallazgos realizados en relación a la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco con y sin la adición de fibras de cabuya y bambú, fueron que el índice de plasticidad aumenta hasta un máximo de 36.97 % para un 10 % de adición de fibras de cabuya cuando anteriormente la muestra patrón era de 30.19 %, mientras que logra conseguir un máximo de 38.16 % para un 10 % de adición de fibras de bambú, por otro lado también se pudo encontrar entre los resultados que para la adición de 5 % y 7.5 %, también presenta aumento tanto para la adición de fibras de cabuya y fibras siendo la más alta la de (M – 1) + 7.5 % de fibras de bambú logrando obtener hasta un 35.28 % de índice de plasticidad. Esto nos permite identificar que tanto la adición de fibras de cabuya y bambú mejoran el índice de plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco, por este motivo la investigación se coloca como una alternativa científica social en este entorno. Los resultados de las investigaciones de Amjad (2017) donde en sus resultados menciona que la aplicación de carbón de bambú al suelo contaminado, detuvo el aumento de contaminación y permitió poder encontrar mejora en la estabilización del suelo contaminado. Esta mejora se pudo mostrar a través de los ensayos de Límite de Atterber, los cuales dieron como resultados un aumento de índice de plasticidad de 25.48 % a 28.84 %. Dado a esto se puede tener en consideración y otras cosas más que la adición de fibras de

cabuya y bambú permiten una mejora en la plasticidad de suelos arcillosos de forma significativa en Las Moras – Huánuco.

Se planteó como segundo objetivo específico determinar la incidencia de las fibras de cabuya y bambú en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021. Según Barrantes (2016), La compactación del suelo es la pérdida de espacios porosos dentro de un perfil de suelo causada por el colapso de macro agregados debido a actividades naturales, humanas y animales. Es el proceso mediante el cual las partículas sólidas del suelo se colocan más cerca unas de otras por medios mecánicos, aumentando así su densidad aparente seca. Hay varias fuerzas, naturales e inducidas por el hombre, que compactan un suelo. Las fuerzas pueden ser grandes, como las de un tractor, una cosechadora o un implemento de labranza, o pueden provenir de algo pequeño como una gota de lluvia. El impacto de las gotas de lluvia durante la lluvia ejerce una fuerza mecánica sobre la matriz del suelo (especialmente cuando está expuesta) que es capaz de compactar el suelo. Esta es una causa natural de compactación y se ve como una costra del suelo. En la actual investigación los principales hallazgos realizados en relación a la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco con y sin la adición de fibras de cabuya y bambú, se encontraron que para poder llegar a su equilibrada compactación, la máxima densidad seca se presentó al incorporar un 10 % de fibra de bambú con el óptimo contenido de humedad disminuido hasta un 22.44 %, de este modo la bambú ayudo a disminuir el óptimo contenido de humedad asegurando la máxima densidad seca patrón, parecidos resultados se obtuvieron con las fibras de cabuya, donde se necesitó la adición de 10 % de fibras de cabuya para obtener una máxima densidad seca para conseguir una buena compactación y disminuyendo su óptimo contenido de humedad de 22.44 % en los suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco. Esto implica que tanto la de fibras de cabuya y bambú, ayudan a la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco, disminuyendo óptimo contenido de humedad para alcanzar una buena compactación por este motivo la investigación se coloca como una alternativa debido a que en la zona tiene un clima variado y húmedo al cual los suelos se encuentran expuestos. También se pudo notar que en el caso de la adición de 5 % y 7.5 % de fibras de cabuya generan cambios en el óptimo contenido de humedad

con lo cual esos porcentajes no variado en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco. Los resultados de las investigaciones de Siswanto (2019) donde en sus resultados menciona que la fibra de bambú permitió la filtración de agua produciendo que la compactación se consiguiera con un menor contenido de humedad de 17 % a comparación de su muestra patrón inicial. Dado a esto se puede tener en consideración y otras cosas más que la adición de fibras de cabuya y bambú permiten una mejora en la compactación de suelos arcillosos de forma significativa en Las Moras – Huánuco.

Se planteó como tercer objetivo específico calcular la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021. Según Cervantes y Cuya (2015), la resistencia de un suelo permite determinar la cantidades de carga que puede soportar una subrasante ante cierta carga de dial y se determina por medio de la prueba CBR fue ideada para proporcionar un método rápido para comparar la base local y los materiales de subbase disponibles para reforzar la subrasante, las muestras del material se consolidan primero a fondo hasta la densidad obtenible con buenos métodos de construcción o aproximadamente la densidad de buenos materiales de subrasante. Este procedimiento eliminó, en gran medida, la mayor parte de la deformación inelástica y de consolidación que a menudo influye en las pruebas de carga estática realizadas en el campo. En la actual investigación los principales hallazgos realizados en relación al CBR de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco con y sin la adición de fibras de cabuya y bambú, se encontraron que al incorporarle fibras de cabuya al 10 % y bambú al 10 %, el CBR aumentó a 43.45 % y 47.81 % respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar las fibras de cabuya y bambú en un CBR de 8.87% con lo cual se puede demostrar que el uso de fibras de cabuya y bambú mejora el índice de CBR del suelo arcilloso en Las Moras – Huánuco. Esto permite que el suelo mejore aumentando su capacidad de soporte y aumentando su resistencia a carga, de este modo la adición de fibras de cabuya y bambú son una alternativa confiable para mejorar el CBR de suelos arcillosos, también se puede notar en los resultados que las fibras de bambú muestra un mayor incremento en el CBR que las fibras de cabuya con una diferencia de índices de 4.36 %. En relación a los otros porcentajes también las fibras de bambú muestra

mayor aumento en el CBR por lo cual si se tuviera que elegir entre ambas estaría mucho mejor las fibras de bambú. Estos resultados aportaran a la población mejorando su suelo que servirá como subrasante para el pavimento que se aplicara en las carreteras de Las Moras – Huánuco. Los resultados de las investigaciones de Tong (2019) donde sus resultados mostraron que CBR aumenta hasta un índice de 47 % lo cual indico que tuvo un aumento del 90 % en relación a su CBR inicial. Dado a esto se puede tener en consideración y otras cosas más que la adición de fibras de cabuya y bambú permiten una mejora en la compactación de suelos arcillosos de forma significativa en Las Moras – Huánuco.

VI. CONCLUSIONES:

1. Se concluyó en esta investigación que se logró determinar la influencia del uso de fibras de cabuya y bambú mejorando la plasticidad, compactación y CBR del suelo arcilloso de la zona de Las Moras – Huánuco, mejorando su capacidad portante y aumenta el CBR.
2. Se concluyó en esta investigación que se logró evaluar la influencia de la contribución de fibras de cabuya y bambú en la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco, demostrando que fibras de cabuya y bambú ayudan al aumento del índice de plasticidad mejorándolo y permitiendo una mejor adherencia con el suelo.
3. Se concluyó en esta investigación que se logró determinar la incidencia de las fibras de cabuya y bambú en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco, de tal forma que al aplicar fibras de cabuya y bambú en los suelos arcillosos disminuyendo el óptimo contenido de humedad del suelo compactado.
4. Se concluyó en esta investigación que se logró calcular la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco, en el cálculo del índice de CBR del suelo arcilloso, de tal forma que al incorporarle el uso de fibras de cabuya y bambú, el CBR aumentó a 43.45 % y 47.81 % respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar estos elementos en un CBR de 8.87% con lo cual se puede demostrar que mejoran el índice de CBR d del suelo arcilloso.

VII. RECOMENDACIONES:

Para obtener resultados de laboratorio más precisos no se debe restar importancia al procedimiento de extracción de la muestra del suelo, es decir una calicata, ya que no solo basta conocimiento teórico de suelos y sus propiedades, sino también de experiencia para poder seleccionar los puntos de exploración y la profundidad de estos, puesto que de ello dependerá que las muestras obtenidas sean una fiel representación del terreno in situ, caso contrario los resultados podrían ser incoherentes o incluso perjudiciales.

Se recomienda realizar una comparación de fibras de cabuya y bambú con otros tipos de fibras naturales, haciendo los mismos ensayos con el fin de poder elegir la fibra natural que demuestre mejores resultados, teniendo en cuenta que se deba cumplir con los parámetros de la estabilización, siendo uno de ellos el factor costo – beneficio, que busca mejores beneficios en un menor costo y que al mismo tiempo garantice el cumplimiento de la vida útil.

Indagar en más investigaciones acerca de las fibras de cabuya y bambú para la estabilización de una carretera no pavimentada, así mismo también poder complementar los estudios de las fibras de cabuya y bambú de la influencia en la estabilización de suelos con otros ensayos tales como: Compresión simple o Tracción Indirecta.

En base a los estudios de otros materiales estabilizantes se puede proponer la combinación de estas fibras de cabuya y bambú para la estabilización de suelos, de tal manera que satisfaga los requisitos mínimos que exigen los reglamentos, y a la vez conseguir una alternativa más económica.

Finalmente se recomienda realizar una evaluación in situ, una vez terminada la construcción del suelo estabilizado para así poder comprobar los datos obtenidos en el laboratorio.

REFERENCIAS

A. Nakajima y T. Mawatari. "Effects of surface topography and running-in upon rolling contact fatigue life - Evaluation by plasticity index". Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias e Ingeniería Saga University, Honjo - machi, Saga - shi, Saga 840, Japón / Volumen 34 / Número 1 / Octubre, 2007 / p.p. 291-299. ISSN: 0167-8922 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167892298800849#!>

Aguilar Silvio, Ramírez Jorge y Malagón Omar. "Extracción de fibras no leñosas: cabuya y banano para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel". Revista Iberoamericana de Polímeros, Ecuador/ Volumen 8 / Número 2 / Marzo de 2007 / p.p. 89-98. ISSN: 0121-6651 Disponible en: <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/08/2007-silvio.pdf>

Adediran Gbotemi, Abraham. An evaluation of the effects of soil compaction on some physical properties of soils at the Federal University of Technology Yola Research Farm". Tesis (Ingeniero Civil), Suecia: Departamento de Ciencia del Suelo, Escuela de Agricultura y Tecnología Agrícola, Swedish University of Agricultural Sciences, 2008. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280837519_An_evaluation_of_the_effects_of_soil_compaction_on_some_physical_properties_of_soils_at_the_Federal_University_of_Technology_Yola_Research_Farm

Andina Agencia de Noticias. "MTC: Proyecto Perú asegura conservación de 3,231 kilómetros de carreteras" Lima, 19 de agosto del 2009. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-mtc-proyecto-peru-asegura-conservacion-3231-kilometros-carreteras-249200.aspx>

Andrés Sotil Chávez, Ph.D., P.E. "Propuesta De Sistema De Gestión De Pavimentos Para Municipalidades Y Gobiernos Locales", Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR / ISSN: 2215-3705 / Volumen 16 / Número 28 / Octubre, 2014 / p.p. 13-24. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/14582/15637>

Araujo y Urbano. "Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en calle Integración - Chosica 2019". Tesis (Ingeniero Civil),

Lima – Peru: Universidad Cesar Vallejo. Escuela profesional de Ingeniería Civil, 2020. Disponible en: <https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV>

Cañar Tiviano Edwin Santiago. “Análisis Comparativo De La Resistencia Al Corte Y Estabilización De Suelos Arenosos Finos Y Arcillosos Combinadas Con Ceniza De Carbón”. Tesis (Ingeniero Civil), Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. 2017. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitst.pdf>

Castro Cuadra, Axel Franco, “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante”. Tesis (ingeniero Civil). Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Civil, 2017. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

Castro Leiva, Laura Yineth. Evaluación del comportamiento del uso de fibras de guadua para el reforzamiento de un suelo areno arcilloso. Tesis (Ingeniero civil). Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia, 2019. 163 pp. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6483>

Cibao Cemento, “Como estabilizar un suelo arcilloso a la hora de construir” (2017). Perú. 2017. Disponible en: <https://www.cementoscibao.com/estabilizar-suelo-arcilloso-a-la-hora-construir/>

DE LA CRUZ, Lizeth y SALCEDO, Ronald. “Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huancayo – Junín”. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Peruana de los Andrés, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016.

Erick Giovanni Gavilanes Bayas. “Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur”. Tesis para optar título de ingeniero civil, Universidad Internacional Del Ecuador, Quito, 2015 Disponible en: <file:///D:/D/Principal/Kelia%20Cabia/Downloads/T-UIDE-1243.pdf>

Gowthaman, Sivakumar. A State-of-the-Art Review on Soil Reinforcement Technology Using Natural Plant Fiber Materials: Past Findings, Present Trends and Future Directions. *MDPI* [en línea]. 11(4), Abril 2018. [Fecha de consulta:

31 de mayo del 2021]. Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/11/4/553>
ISSN: 2961-7285

Gavilanes Bayas, Erick Giovanni. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (Ingeniero civil). Quito: Universidad Internacional del Ecuador, Escuela de Ingeniería Civil, 2015. 146 pp.

Hernández Lara, Josué A., Mejía Ramírez, David R. y Zelaya Amaya, César E. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Tesis (Ingeniero civil). El Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 179 pp.

Huamani Arango, Felipe, "Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concretos de $F'C = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el Distrito de Lircay Provincia de Angaraes" Huancavelica. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1650>

Manual de Carreteras. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, octubre de 2014. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, febrero de 2013. P. 23. Disponible en: <https://cdnweb.construccion.org/normas/file.pdf>

Enrique Vergara L. Medios de comunicación y globalización: ¿destrucción o reconstrucción de identidades culturales? Universidad Diego Portales. Santiago de Chile, 2006, p. 96. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/38977722.pdf>

Espinoza y Velásquez. "Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018". Tesis (Ingeniero Civil), Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo. Escuela profesional de Ingeniería Civil, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26696>

Manuel Borja Suárez, “Metodología de la Investigación Científica para ingenieros” Chiclayo, Perú, 2012, p. 11 Disponible en: <file:///D:/D/Principal/.pdf>

Moale y Rivera. “Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica” (UPC), Lima, Perú, 2019. <http://hdl.handle.net/10757/648846>

HUAROC, Ronal y PORTA, Judith. “Potencialidad de tierras y calidad de sitio con fines agroforestales en la micro cuenca del río Vilca – Huancavelica” (Para optar el título de Ingeniero Mecánico). Huancavelica – Universidad Nacional del Centro del Perú. 2014, p. 41.

VERGARA, Antony “Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología del PCI tramo Quichuai – Ingenio del km 0+000 al km 1+000”. Tesis (Para optar el título de Ingeniero Civil). Huancayo – Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú: Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2015, p. 15.

JULIUS, Kenedy. The Effect of Salt Water on the Physical Properties, Compaction Characteristics and Unconfined Compressive Strength of a Clay, Clayey Sand and Base Course. European International Journal of Science and Technology, 3 (2): 9-16, March 2014. ISSN: 2304-9693.

NADAKUDITI, Ammie. “Prospects for Coconut-Fibre-Reinforced Thin Cement Sheets in the Malaysian Construction Industry”. Para obtener el grado de ingeniero civil Salvador Bahía Brasil. 2014, p. 61.

MORA, Giovana y ARGUILES, Francisco. “Role of soil stabilization. Journal of the Indian Roads Congress”, 22 (3): 485-516, 1970. ISSN: 0258-0500.

Manual de Carreteras. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, octubre de 2014. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, febrero de 2013.

Manual de Ensayos de Materiales, Sección, Suelos y Pavimentos. Ministerio de Comunicaciones y Transportes. Lima, Perú, mayo de 2016.

MUÑOZ, Pilar. (2007). Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill). (Tesis de titulación). Universidad Austral de Chile.

NIJ, Mainfort "A Summary Report on Soil Stabilization by Use of Chemical Admixtures," Civil Aeronautics Administration, Technical Report 136, 1951.

NOVOA, Wilfredo "Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o pestíferos". Tesis de maestría en ingeniería. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. 2010, p. 53.

OLUREM; OSUOLALE; ADEOYE, y AKINGBADE, Abiola revista Strength Development in Lateritic Soil Stabilised with Coconut Shell Ash for Highway Pavement Construction, [en línea] Noviembre, 2016, Vol. 7 [Fecha de consulta 06 de octubre de 2018] Disponible en ISSN: 2222-287).

PINEDA, Jubal. "Calibración de la ecuación de correlación entre el P.D.C (Penetración Dinámica de Cono) y C.B.R (Capacidad de Soporte California) bajo incidencia de la humedad, en suelos a nivel de la subrasante caso de estudio vía Juliaca – Caracoto." Para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. 2019.

Kanayama y Kawamura. Effect of Waste Bamboo Fiber Addition on Mechanical Properties of Soil. *Open Journal of Civil Engineering* [en línea]. 13 (9), mayo 2019. Pages 173-184 [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=93543>

Lokesh, P. A study on the mechanical properties of bamboo fiber reinforced floors. *ELSEVIER*. [En línea]. 1(3), Agosto 2020. Pagés 897–903 [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en <http://www.elsevier.com/locate/matpr> ISSN: 2214-7853

Ramos Fernández, Porfirio. Mejoramiento de suelo arcilloso nivel subrasante aplicando fibra de cabuya en Av. Cuzco - Distrito mi Perú - callao 2020. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima – Callao, 2020.

Rondón, Hugo Alexander y Reyes, Fredy Alberto. P Pavimentos. Materiales, construcción y diseño. ECOE Ediciones, 2015. 574pp. ISBN: 9789587711752 Disponible en <http://www.libreriadelau.com/pavimentos-materiales-44-construccion-y-diseno-ingenieria-civil.html>

Kanayama y Motohei. Benefits of Cabuya Fiber in the Mechanical Properties of Compacted Adobe. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [en línea]. 13 (9), octubre 2019. Páginas 455-462 [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2021]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/338255713> ISSN: 1697-7912

Siswanto, j. The relation of compressive strength and tensile strength of bamboo fibber for soil stabilization. *IOPSCIENCE*. [En línea]. 1517(1), octubre 2019. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1517/1/012075/meta> ISSN: 1517 2075

Tong, Fang. Improvement of Clayey Soils by Combined Bamboo Strip and Flax Fiber Reinforcement. *Journal Overvew* [en línea]. 24 (19), mayo 2019 [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2019/7274161> ISSN: 7274-5161

Waipungu, Richard Robert. The challenges posed by problem soils on the performance of road pavements: review of a Tanzanian manual for pavement design and materials. *Transactions on Ecology and The Environment* [en línea]. 223 (17), 2017. Pages 173-184 [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SDP17/SDP17052FU1.pdf> ISSN: 1746-448X

ANEXOS

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Moras – Huánuco 2021"

Autor:

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente (X): Fibras de cabuya y bambú	Dosificación de fibras de cabuya	<ul style="list-style-type: none"> • 5%, 7.5% y 10% 	Balanza digital con precisión de 0,01g.
¿Cómo influye la aplicación de fibras de cabuya y bambú en las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021?	Analizar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos aplicando fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021	La aplicación de fibras de cabuya y bambú mejorarán las propiedades mecánicas en suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.		Dosificación de fibras de bambú	<ul style="list-style-type: none"> • 5%, 7.5% y 10% 	
				Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Resistencia de tracción • Módulo de elasticidad 	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente (Y): Propiedades mecánicas de suelos arcillosos	Plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de plasticidad (%) 	Límite de Atterber ASTM D-2216, MTC E 110 – 2000 / MTC E 111-2000
¿De qué manera contribuyen las fibras de cabuya y bambú en la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021?	Evaluar la contribución de fibras de cabuya y bambú en la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.	Las fibras de cabuya y bambú mejoran la plasticidad de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.				
¿Cuál es la incidencia de las fibras de cabuya y bambú en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021,	Determinar la incidencia de las fibras de cabuya y bambú en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.	Las fibras de cabuya y bambú inciden favorablemente en la compactación de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.		Compactación	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad óptima (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Máxima densidad seca (gr/cm3)

<p>¿Cómo varia la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021?</p>	<p>Calcular la resistencia del suelo arcilloso con la dosificación de fibras de cabuya y bambú en Las Moras – Huánuco 2021.</p>	<p>La dosificación de fibras de cabuya y bambú varían considerablemente la resistencia de suelos arcillosos en Las Moras – Huánuco 2021.</p>	<p>Resistencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> California Bearing Ratio (%) 	<p>California Bearing Ratio ASTM D-1557 y MTC E-132- 2000</p>
--	---	--	--------------------	--	---

Anexo 2: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
(Variables. Independiente) (X) Fibras de cabuya y bambú	Según Huamani (2017) Las fibras cabuya y bambú provienen de plantas de sus cuyos diámetros varían de 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores al 12%, Por funcionalidad, geometría y dosificación. Las propiedades mecánicas a la tensión son las más importantes en las fibras, dado que son típicamente usadas en tensión o esfuerzos complejos que incluyen tensión.	A través de la aplicación de fibras cabuya y bambú se busca mejorar la plasticidad, compactación y resistencia del suelo arcilloso, para ello se adicionará al suelo de Las Moras – Huánuco los porcentajes de 5%, 7.5%, 10%.	Dosificación de fibras de cabuya	<ul style="list-style-type: none"> • 5%, 7.5% y 10% 	razón
			Dosificación de fibras de bambú	<ul style="list-style-type: none"> • 5%, 7.5% y 10% 	
			Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Resistencia de tracción • Módulo de elasticidad 	razón
(Variables. Dependiente) (Y) Propiedades mecánicas de suelos arcillosos	Según Castro (2019) El suelo es el atributo material en donde se puede ejecutar las obras, para ello es necesario observar las propiedades mecánicas como Plasticidad, Compactación y Resistencia. Las propiedades mecánicas de suelos arcillosos permitirán a la subrasante dar una mejor capacidad a al pavimento.	Proceso que tiene como objetivo la mejora de propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Los ensayos de CBR y Proctor se realizarán para obtener la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, en la extensión de suelos y la resistencia de la sub - rasante que se propone.	Plasticidad	Índice de plasticidad (%)	razón
			Compactación	Contenido de humedad óptima (%)	razón
				Máxima densidad seca (gr/cm ³)	
Resistencia	California Bearing Ratio (%)	razón			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ensayos de granulometría y limite de consistencia



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabelo Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Analisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate Lima

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACION** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

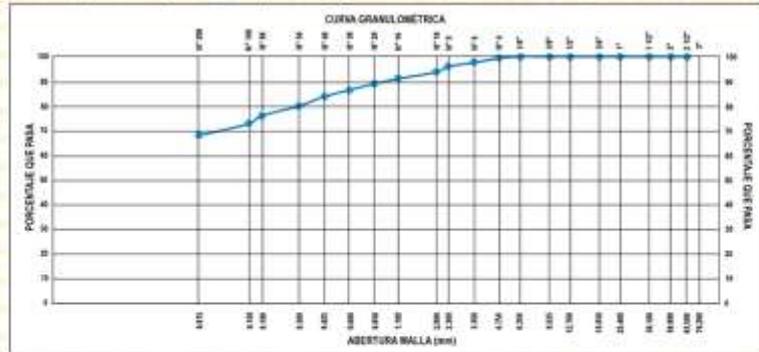
MÉTODO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO POR TAMIZADO (ASTM D 422-63 - 2002)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.75	0.75	99.25
N° 6	3.360	1.75	2.48	97.52
N° 8	2.360	1.96	4.04	95.96
N° 10	2.000	2.24	6.28	93.72
N° 16	1.180	2.72	9.00	91.00
N° 20	0.850	2.94	11.94	88.06
N° 30	0.600	2.48	15.52	84.47
N° 40	0.425	2.69	16.22	83.78
N° 50	0.300	3.76	19.98	80.02
N° 80	0.180	3.91	23.89	76.11
N° 100	0.150	3.21	27.10	72.90
N° 200	0.075	4.92	31.92	68.08
-200	ASTM D 1140-00	66.08	100.00	0.00

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO				
Limite líquido	(%)	ASTM D 4318-05	:	48
Limite plástico	(%)	ASTM D 4318-05	:	18
Índice plástico	(%)	ASTM D 4318-05	:	30
Clasificación SUCS		ASTM D 2487-05	:	CL
Clasificación AASHTO		ASTM D 3282	:	A-4
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"				
Grava (Ret. N° 4)	:			1 %
Arena	:			31 %
Fino (Pas. N° 200)	:			68 %

Descripción de la muestra: Arcilla - Arcillas de baja a mediana compresión

OBSERVACIONES
 - Muestra tomada e identificada por personal de JBO INGENIEROS SAC.
 - Calicota M - 1
 - Cantidad: 25 Kg. Aprox.



- REFERENCIA:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
 - ASTM D 2219-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes



Marcado con firma manuscrita
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fecha de emisión: Lima, 08 de octubre del 2021
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Analisis de las propiedades mecanicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

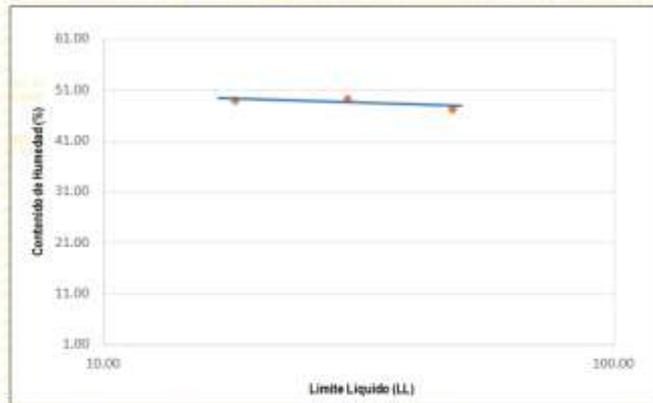
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG
(NTP 339.129.1999)**

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Ensayo N°												
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	66.62	71.16	74.76			60.42	60.33				
Peso del suelo seco + Tara	(g)	63.15	66.72	67.51			54.97	55.22				
Peso de Tara	(g)	24.31	24.24	22.27			25.47	26.34				
Peso de agua	(g)	13.67	15.44	17.25			5.45	5.11				
Peso del suelo seco	(g)	28.84	31.48	35.24			29.50	28.88				
Contenido de Humedad	(%)	47.40	49.05	49.95			18.47	17.69				
Número de golpes		34	24	17								
Límite Líquido (LL)		Límite Plástico (LP)					Índice de Plasticidad (IP)		SUCS			
48.29		18.08					30.19		CL			



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 423-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Tec. E.L.A.
Rev. MMF

Marco Antonio Flores
MARCO ANTONIO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fecha de emisión: Lima, 09 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabello Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huanuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

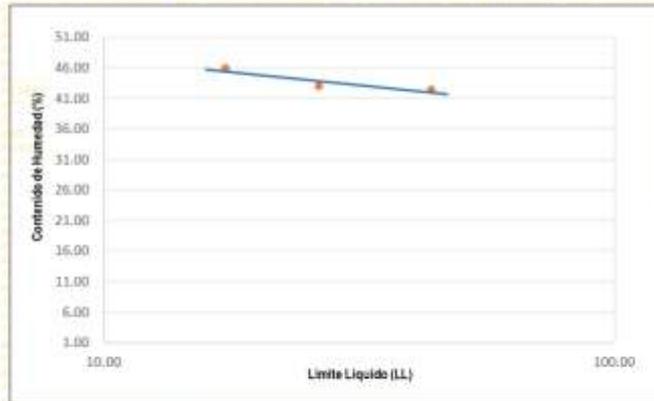
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACIÓN** : Las Moras - Huanuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (M 1 + 5 % FIBRA DE CABUYA Y 5 % FIBRA DE BAMBÚ)
 (NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN		LIMITE LIQUIDO (LL)					LIMITE PLÁSTICO (LP)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Eneque N°												
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	64.53	68.07	71.75			59.70	59.40				
Peso del suelo seco + Tara	(g)	52.27	54.54	56.03			54.34	54.59				
Peso de Tara	(g)	23.40	23.40	21.40			24.61	25.48				
Peso de agua	(g)	12.26	14.33	15.12			5.56	4.81				
Peso del suelo seco	(g)	28.87	31.14	35.23			29.73	29.11				
Contenido de Humedad	(%)	42.47	46.02	42.92			18.03	16.52				
Número de golpes		35	24	17								

Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
43.69	17.26	26.41	CL



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 423-03-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec: E.E.A.
 Rev: MMF

Fecha de emisión: Lima, 09 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabla Adriano, Kelia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Analisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

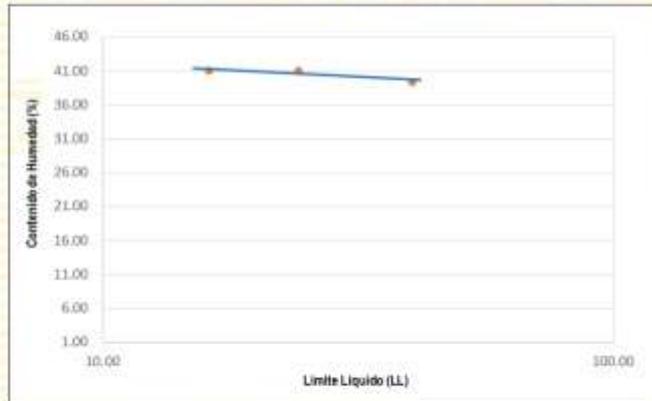
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (M 1 + 7.5 % FIBRA DE CABUYA Y 7.5 % FIBRA DE BAMBÚ)
 (NTP 339.129.1999)**

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ensayo N°											
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	62.93	69.77	66.62			50.31	56.30			
Peso del suelo seco + Tara	(g)	51.53	55.50	53.80			53.74	53.49			
Peso de Tara	(g)	22.89	20.80	22.69			24.90	24.03			
Peso de agua	(g)	11.40	14.27	12.72			4.57	4.81			
Peso del suelo seco	(g)	26.84	34.70	31.11			29.64	29.46			
Contenido de Humedad	(%)	39.53	41.12	40.89			15.85	16.33			
Número de golpes		35	24	17							

Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (P)	SUCS
43.34	16.09	24.25	CL



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tel.: EEA

Rev: MMF

Fecha de emisión : Lima, 09 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cobla Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

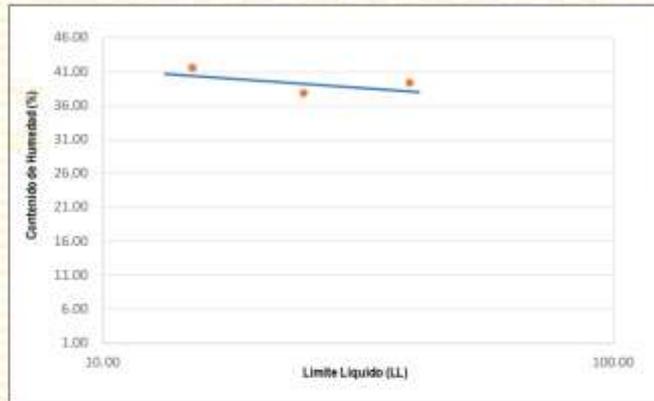
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 1 UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (M 1 + 10 % FIBRA DE CABUYA Y 10 % FIBRA DE BAMBÚ) (NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Ensayo N°												
Peso del suelo húmedo + Tara	g	60.16	57.19	54.42			55.32	57.19				
Peso del suelo seco + Tara	g	49.04	53.07	52.46			52.03	51.78				
Peso de Tara	g	20.81	19.20	20.81			23.30	22.43				
Peso de agua	g	11.12	14.12	11.96			3.29	5.41				
Peso del suelo seco	g	28.23	33.87	31.65			28.73	29.35				
Contenido de Humedad	%	39.39	41.68	37.79			11.45	18.43				
Número de golpes		34	24	17								

Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (P)	SUCS
39.76	14.94	24.82	CL



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil aggregate mixtures for highway construction purposes



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318

Tec: EEA

Rev: MMP

Fecha de emisión: Lima, 09 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0478
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabla Adriano, Kelia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Analisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

REFERENCIA : Muestra de suelo C - 2
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

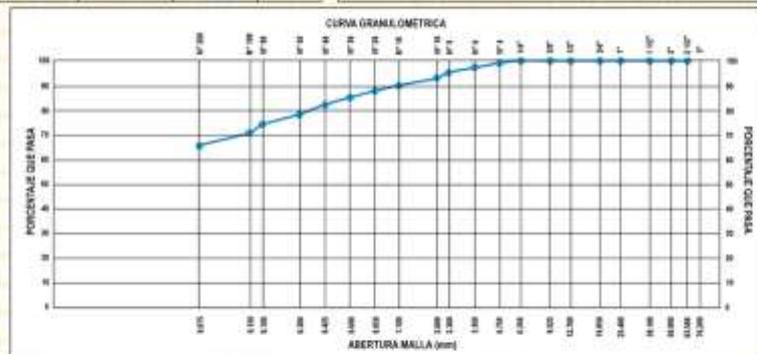
MÉTODO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO POR TAMIZADO (ASTM D 422-63 - 2002)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO				
MILLAS		RETENIDO	RETENIDO	PASA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.94	0.94	99.06
N° 6	3.360	1.96	2.90	97.10
N° 8	2.360	3.77	6.67	93.33
N° 10	2.000	2.45	7.12	92.88
N° 16	1.180	2.93	10.05	89.95
N° 20	0.850	2.25	12.30	87.70
N° 30	0.600	2.70	15.00	85.00
N° 40	0.425	2.90	17.90	82.10
N° 50	0.300	3.97	21.87	78.13
N° 80	0.180	4.12	25.99	74.01
N° 100	0.150	3.42	29.41	70.59
N° 200	0.075	3.03	34.44	65.56
-200	ASTM D 1140-00	65.56	100.00	0.00

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO				
Limite líquido	(%)	ASTM D 4318-05	:	49
Limite plástico	(%)	ASTM D 4318-05	:	18
Índice plástico	(%)	ASTM D 4318-05	:	31
Clasificación SUCS		ASTM D 2487-05	:	CL
Clasificación AASHTO		ASTM D 3282	:	A-6
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"				
Grava (Ret. N° 4)	:			1 %
Areña	:			33 %
Fino (Pas. N° 200)	:			66 %

Descripción de la muestra: Arcilla - Arcillas de baja a mediana compresión

OBSERVACIONES
 - Muestra tomada e identificada por personal de JBO INGENIEROS SAC.
 - Calicata M-2
 - Cantidad: 25 Kg. Aprox.



- REFERENCIA:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
 - ASTM D 2219-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes



MARCO ANTONIO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fecha de emisión: Lima, 03 de octubre del 2021.
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Rev. MMF



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

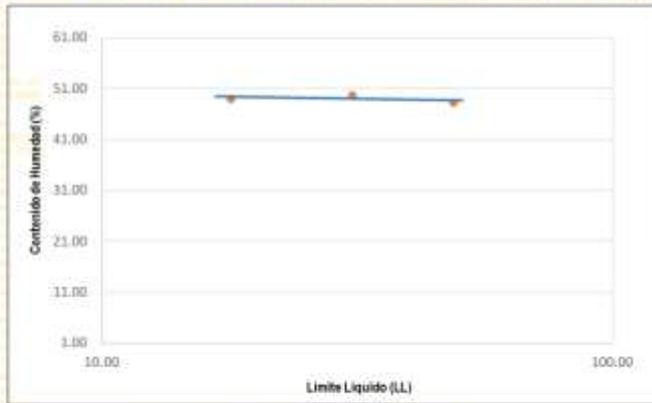
EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.
DIRECCIÓN : Ate, Lima
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 2
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG
 (NTP 339.129.1999)**

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Engrase N°													
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	66.79	71.13	74.73			60.36	60.30					
Peso del suelo seco + Tara	(g)	53.18	55.76	57.54			55.00	55.25					
Peso de Tara	(g)	24.96	24.48	22.79			25.45	26.32					
Peso de agua	(g)	13.61	15.38	17.19			5.39	5.05					
Peso del suelo seco	(g)	28.23	31.27	34.75			29.65	28.93					
Contenido de Humedad	(%)	48.21	49.18	49.47			18.24	17.46					
Número de golpes		34	24	17									
Limite Líquido (LL)		Limite Plástico (LP)					Índice de Plasticidad (IP)		SUCS				
48.81		17.85					30.96		CL				



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Tec. E.L.A.
 Rev. MMF

(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fecha de emisión: Lima, 09 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabla Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huanuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

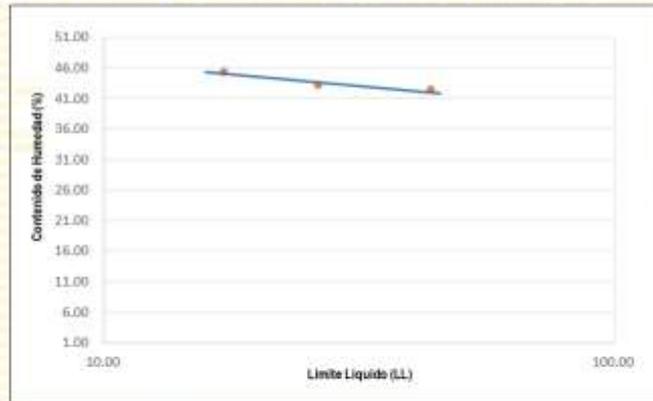
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 2 **UBICACIÓN** : Las Moras - Huanuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (M 2 + 5 % FIBRA DE CABUYA Y 5 % FIBRA DE BAMBÚ)
 (NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN		LIMITE LIQUIDO (LL)					LIMITE PLÁSTICO (LP)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Eneque N°											
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	64.30	68.96	71.68			59.65	59.37			
Peso del suelo seco + Tara	(g)	52.27	54.54	56.63			54.37	54.48			
Peso de Tara	(g)	23.81	23.68	21.67			24.21	25.32			
Peso de agua	(g)	12.12	14.02	15.03			5.28	4.89			
Peso del suelo seco	(g)	28.46	30.86	34.96			30.16	29.16			
Contenido de Humedad	(%)	42.58	45.43	43.05			17.51	16.77			
Número de golpes		35	24	17							

Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
43.59	17.14	26.45	CL



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 423-03-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec: E.E.A.
 Rev: MMF

Fecha de emisión: Lima, 09 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Analisis de las propiedades mecanicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

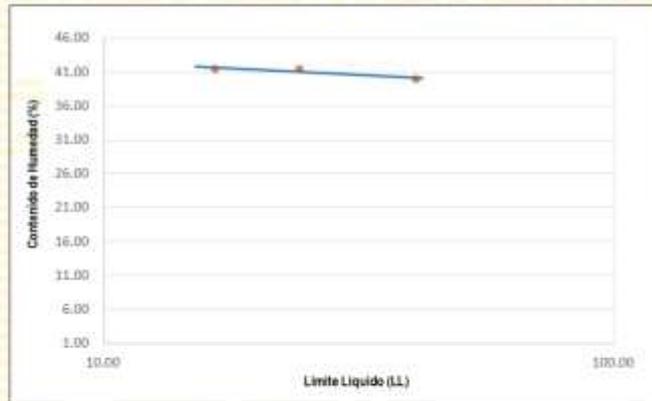
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 2 **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (M 2 + 7.5 % FIBRA DE CABUYA Y 7.5 % FIBRA DE BAMBÚ)
 (NTP 339.129.1999)**

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ensayo N°											
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	63.35	70.19	66.94			58.73	58.72			
Peso del suelo seco + Tara	(g)	51.84	55.61	54.11			54.05	53.90			
Peso de Tara	(g)	23.02	21.13	23.02			25.23	24.36			
Peso de agua	(g)	11.51	14.38	12.83			4.68	4.92			
Peso del suelo seco	(g)	28.82	34.68	31.99			28.82	29.44			
Contenido de Humedad	(%)	39.94	41.46	41.27			16.24	16.71			
Número de golpes		30	24	17							

Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (PI)	SUCS
49.72	16.49	24.24	CL



- REFERENCIA:**
- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec: EEA

Fecha de emisión : Lima, 09 de octubre del 2021

Rev: MMF

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Analisis de las propiedades mecanicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

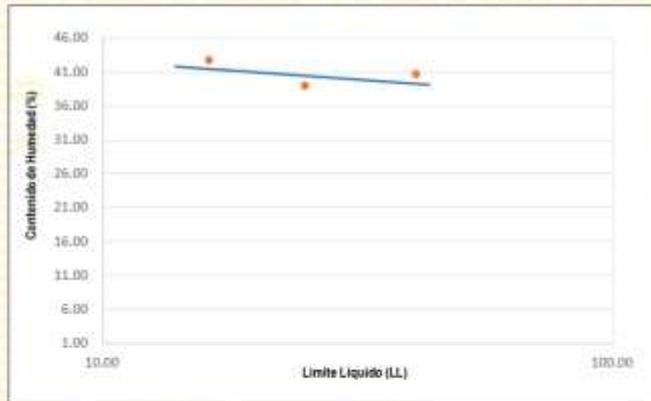
REFERENCIA : Muestra de suelo C - 2 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG (M 2 + 10 % FIBRA DE CABUYA Y 10 % FIBRA DE BAMBÚ)
(NTP 339.129.1999)

DESCRIPCIÓN		LIMITE LIQUIDO (LL)					LIMITE PLÁSTICO (LP)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ensayo N°											
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	60.29	67.32	64.55			55.45	57.32			
Peso del suelo seco + Tara	(g)	46.85	52.86	52.27			51.84	51.59			
Peso de Tara	(g)	20.74	19.15	20.74			23.23	22.36			
Peso de agua	(g)	11.44	14.44	12.28			3.61	5.73			
Peso del suelo seco	(g)	26.11	33.75	31.53			28.41	29.23			
Contenido de Humedad	(%)	40.70	42.79	38.95			12.62	19.60			
Número de golpes		34	24	17							

Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
40.97	16.11	24.86	CL



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2407-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec: EEA

Fecha de emisión : Lima, 09 de octubre del 2021

Rev: MMF

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

Anexo 5: Ensayos proctor modificado



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0478
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Cobia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquilino	PROYECTO	: Analisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.
DIRECCIÓN	: Ate, Lima	UBICACIÓN	: Las Moras - Huánuco
REFERENCIA	: (M - 1)	FECHA DE INICIO	: 02 de octubre del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: 01 de octubre del 2021		

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO M - 1 (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,059	10,207	9,755	9,900	
PESO MOLDE	6,185	6,340	6,209	6,185	
PESO SUELO COMPACTADO	3,914	3,866	3,545	3,715	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,120	2,120	2,120	2,120	
DENSIDAD HUMEDA	1,85	1,82	1,67	1,75	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	63,86	51,19	72,80	63,39	
SUELO SECO + RECIPIENTE	55,10	45,07	64,11	56,07	
PESO RECIPIENTE	27,14	28,01	25,93	27,14	
PESO DE AGUA	8,75	6,12	8,69	7,32	
PESO DE SUELO SECO	27,96	17,06	38,18	28,93	
CONTENIDO DE HUMEDAD	31,30	35,90	22,80	25,30	
DENSIDAD SECA	1,41	1,34	1,36	1,40	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.42 gr/cm³	28.75 %

REFERENCIA:

- ASTM D 957-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04-1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes.



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec.: EEA

Fecha de emisión: Lima, 20 de octubre del 2021

v.: MMF

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0478
E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cobla Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : (M-2) **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO M - 2
(ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,021	10,130	9,786	10,091	
PESO MOLDE	6,180	6,184	6,357	6,346	
PESO SUELO COMPACTADO	3,841	3,946	3,430	3,744	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,119	2,119	2,119	2,119	
DENSIDAD HUMEDA	1,81	1,86	1,62	1,77	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	52,74	72,01	69,77	57,38	
SUELO SECO + RECIPIENTE	46,1	61,13	61,84	51,34	
PESO RECIPIENTE	26,19	25,55	26,34	27,21	
PESO DE AGUA	6,64	10,88	7,93	6,04	
PESO DE SUELO SECO	19,91	35,58	35,50	24,13	
CONTENIDO DE HUMEDAD	33,40	30,60	22,30	25,00	
DENSIDAD SECA	1,36	1,42	1,32	1,42	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.45 gr/cm³	27.57 %

REFERENCIA:

- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM D 4318-06 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec: E.E.A

Rev: MMF

Fecha de emisión: Lima, 20 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

Marcado
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Caba Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M-1) + Cabuya **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M - 1)+ 5 % CABUYA (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,101	10,209	9,757	9,902	
PESO MOLDE	6,181	6,336	6,206	6,181	
PESO SUELO COMPACTADO	3,920	3,872	3,551	3,721	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,118	2,118	2,118	2,118	
DENSIDAD HUMEDA	1,85	1,83	1,68	1,76	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	63,86	51,19	72,80	63,39	
SUELO SECO + RECIPIENTE	55,03	45,00	64,04	56,00	
PESO RECIPIENTE	27,11	27,98	25,90	27,11	
PESO DE AGUA	8,83	6,19	8,76	7,39	
PESO DE SUELO SECO	27,52	17,02	38,14	28,89	
CONTENIDO DE HUMEDAD	31,60	36,40	23,00	25,60	
DENSIDAD SECA	1,41	1,34	1,37	1,40	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.42 gr/cm3	29.34 %

REFERENCIA:

- ASTM D 1557-10e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes

Tec: EEA

Rev: MMF

Fecha de emisión: Lima, 15 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kelia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

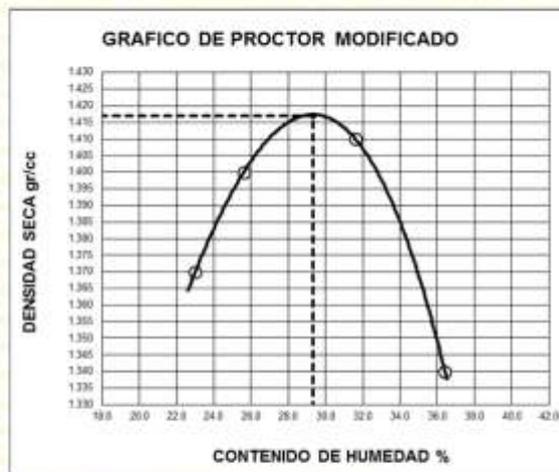
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M-1) + Cabuya **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M - 1)+ 7.5 % CABUYA (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.102	10.210	9.758	9.903	
PESO MOLDE	6.182	6.337	6.206	6.182	
PESO SUELO COMPACTADO	3.920	3.872	3.551	3.721	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.119	2.119	2.119	2.119	
DENSIDAD HUMEDA	1.85	1.83	1.68	1.76	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	63.97	51.30	72.91	63.50	
SUELO SECO + RECIPIENTE	55.14	45.11	64.15	56.11	
PESO RECIPIENTE	27.22	28.09	26.01	27.22	
PESO DE AGUA	8.83	6.19	8.76	7.39	
PESO DE SUELO SECO	27.92	17.02	38.14	28.89	
CONTENIDO DE HUMEDAD	31.60	36.40	23.00	25.60	
DENSIDAD SECA	1.41	1.34	1.37	1.40	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.42 gr/cm3	29.34 %

REFERENCIA:

- ASTM D 1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04(1) Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes

Tec: EEA

Rev: MMF

Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Cabia Adriano, Kelia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino	PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.
DIRECCIÓN	: Ate, Lima		
REFERENCIA	: (M-1) + Cabuya	UBICACIÓN	: Las Moras - Huánuco
FECHA DE RECEPCIÓN	: 01 de octubre del 2021	FECHA DE INICIO	: 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M - 1)+ 10 % CABUYA (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.024	10.133	9.789	10.094	
PESO MOLDE	6.182	6.186	6.359	6.348	
PESO SUELO COMPACTADO	3.842	3.947	3.431	3.745	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.118	2.118	2.118	2.118	
DENSIDAD HUMEDA	1.81	1.86	1.62	1.77	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	52.80	72.07	69.83	57.44	
SUELO SECO + RECIPIENTE	46.1	61.13	61.84	51.34	
PESO RECIPIENTE	26.86	27.73	25.65	26.86	
PESO DE AGUA	6.70	10.94	7.99	6.10	
PESO DE SUELO SECO	19.24	33.40	36.19	24.48	
CONTENIDO DE HUMEDAD	34.80	32.80	22.10	24.90	
DENSIDAD SECA	1.34	1.40	1.33	1.42	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.46 gr/cm³	28.28 %

- REFERENCIA:**
- ASTM D 1557-12a1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
 - ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
 - ASTM D 3382-04a1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec.: E.E.A.

Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kelia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : (M-1) + fibra bambú **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M + 1) + 5 % FIBRA DE BAMBÚ (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.024	10.133	9.789	10.094	
PESO MOLDE	6.182	6.186	6.359	6.348	
PESO SUELO COMPACTADO	3.842	3.947	3.431	3.746	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.118	2.118	2.118	2.118	
DENSIDAD HUMEDA	1.81	1.86	1.62	1.77	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	52.80	72.07	69.83	57.44	
SUELO SECO + RECIPIENTE	46.1	61.13	61.84	51.34	
PESO RECIPIENTE	26.86	27.73	25.65	26.86	
PESO DE AGUA	6.70	10.94	7.99	6.10	
PESO DE SUELO SECO	19.24	33.40	36.19	24.48	
CONTENIDO DE HUMEDAD	34.80	32.80	22.10	24.90	
DENSIDAD SECA	1.34	1.40	1.33	1.42	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.46 gr/cm3	28.28 %

REFERENCIA:

- ASTM D 1567-02e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-03-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes

Tec.: EEA

Rev.: MMP

Fecha de emisión : Lima, 19 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

(Firma)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kelia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

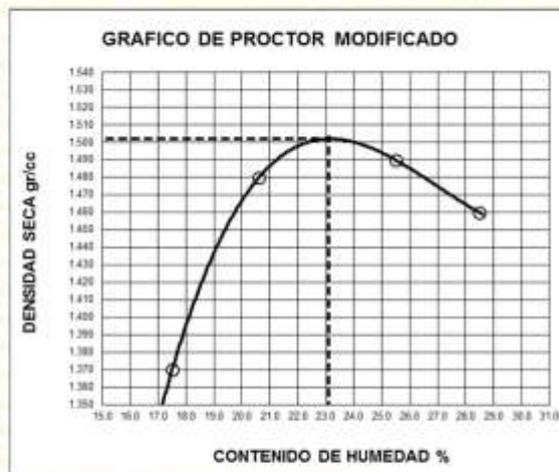
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M-1) + fibra bambú **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M + 1) + 7.5 % FIBRA DE BAMBÚ (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.225	10.428	10.416	9.875	
PESO MOLDE	6.451	6.451	6.451	6.451	
PESO SUELO COMPACTADO	3.774	3.978	3.965	3.424	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.126	2.126	2.126	2.126	
DENSIDAD HUMEDA	1.77	1.87	1.86	1.61	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	57.32	59.66	75.13	55.07	
SUELO SECO + RECIPIENTE	52.34	53.46	64.97	51.4	
PESO RECIPIENTE	28.2	29.13	29.37	30.43	
PESO DE AGUA	4.98	6.20	10.16	3.67	
PESO DE SUELO SECO	24.14	24.33	35.60	20.97	
CONTENIDO DE HUMEDAD	20.60	25.50	28.50	17.50	
DENSIDAD SECA	1.47	1.49	1.45	1.37	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.50 gr/cm3	23.50 %

REFERENCIA:

- ASTM D 1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04(1) Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes

Tec: EEA

Rev: MMF

Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Caba Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M + 1) + Fibra bambú **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M + 1) + 10 % FIBRA DE BAMBÚ (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.085	10.199	9.714	9.884	
PESO MOLDE	6.237	6.392	6.261	6.237	
PESO SUELO COMPACTADO	3.848	3.806	3.452	3.647	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.087	2.087	2.087	2.087	
DENSIDAD HUMEDA	1.84	1.82	1.65	1.75	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	54.58	58.25	63.15	64.41	
SUELO SECO + RECIPIENTE	49.02	51.15	58.21	58.4	
PESO RECIPIENTE	28.12	28.99	26.91	28.12	
PESO DE AGUA	5.56	7.10	4.94	6.01	
PESO DE SUELO SECO	20.90	22.16	31.30	30.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD	26.60	32.00	15.80	19.80	
DENSIDAD SECA	1.45	1.38	1.42	1.46	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.47 gr/cm3	22.44 %

REFERENCIA:

- ASTM D 157-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 5282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes

Tec. EEA

Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021

Rev. MMF

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Anexo 6: Ensayos de CBR



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 48013-2021-JBO

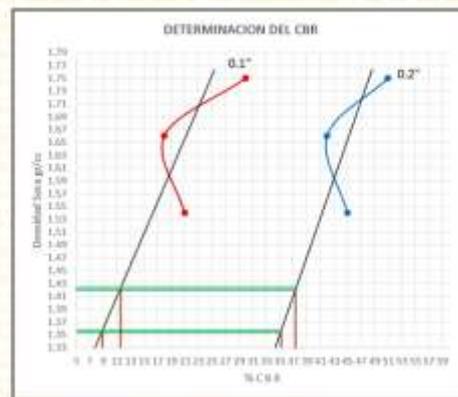
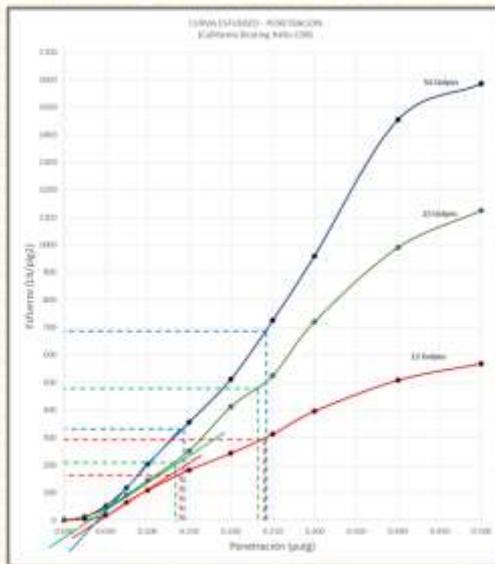
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kefia Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Analisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

REFERENCIA : Muestra de suelo (M-1)
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO M - 1 (ASTM D 1883 - 9 C)



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.54	1.66	1.75
0.100	21	18	30
0.200	45	42	51

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	11.36 %
CBR AL 95%	0.1"	=	8.87 %
CBR AL 100%	0.2"	=	37.11 %
CBR AL 95%	0.2"	=	35.08 %

Tec: EEA

Rev: MM



Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

Marco Antonio Moreno Flores
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

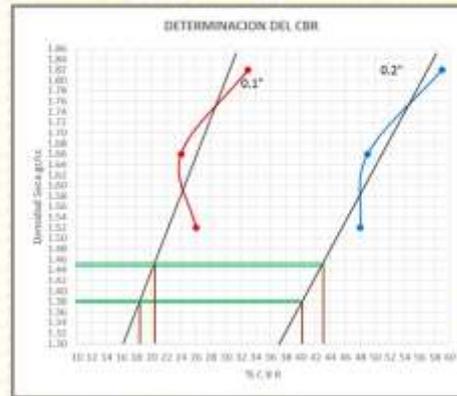
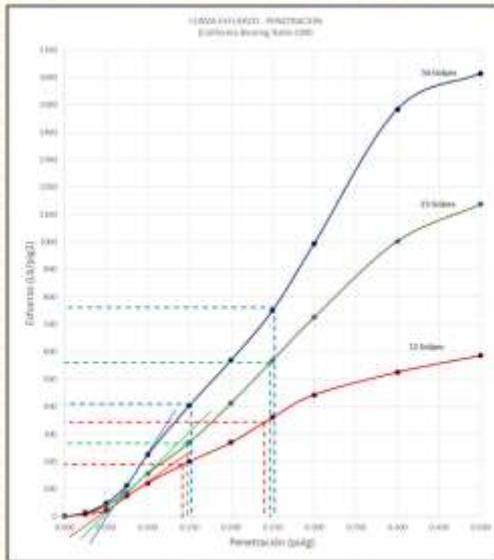
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Analisis de las propiedades mecanicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huanuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huanuco

REFERENCIA : Muestra de suelo (M - 2)
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO M - 2
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



NR GOLPES	56	25	12
g/cc	1.52	1.66	1.82
0.100	26	24	33
0.200	48	49	59

CBR AL 100%	0.1"	=	20.34 %
CBR AL 95%	0.1"	=	18.26 %
CBR AL 100%	0.2"	=	43.03 %
CBR AL 95%	0.2"	=	40.02 %



Fecha de ensayo: Lima, 18 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Aljaro de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante
 Lima, Perú
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

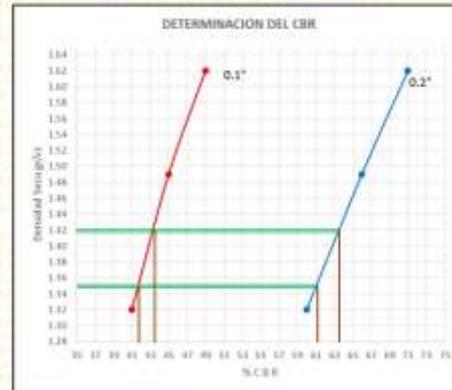
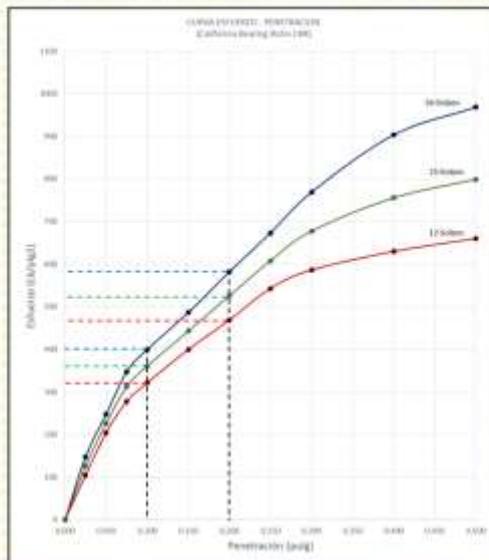
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kellia Gregoria y Espinoza Romero, Gortzalo Aquino
PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco.

DIRECCIÓN : Ate. Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

REFERENCIA : (M - 1) + Cabuya
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M - 1)+ 5 % CABUYA
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.32	1.49	1.62
0.100	41	45	49
0.200	60	66	71

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	43.62 %
CBR AL 95%	0.1"	=	41.76 %
CBR AL 100%	0.2"	=	63.38 %
CBR AL 95%	0.2"	=	61.02 %



Fecha de emisión : Lima, 16 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

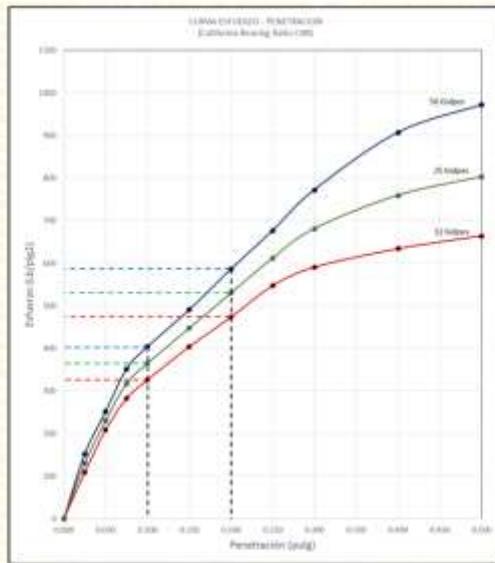
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gorzalo Aquino
PROYECTO : Analisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

REFERENCIA : (M - 1) + Cabuya
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M - 1)+ 7.5 % CABUYA
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.32	1.49	1.62
0.100	42	45	49
0.200	60	66	71

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	43.76 %
CBR AL 95%	0.1"	=	42.48 %
CBR AL 100%	0.2"	=	63.38 %
CBR AL 95%	0.2"	=	61.02 %

Tec: EEA



Rev:

Fecha de emisión : Lima, 19 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



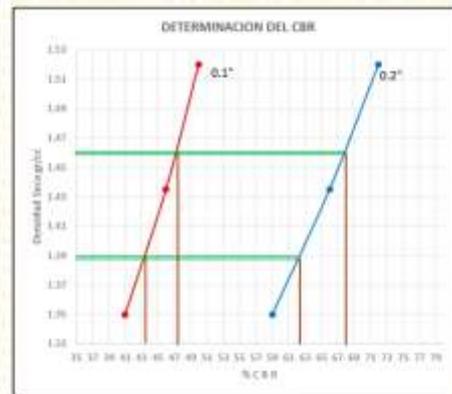
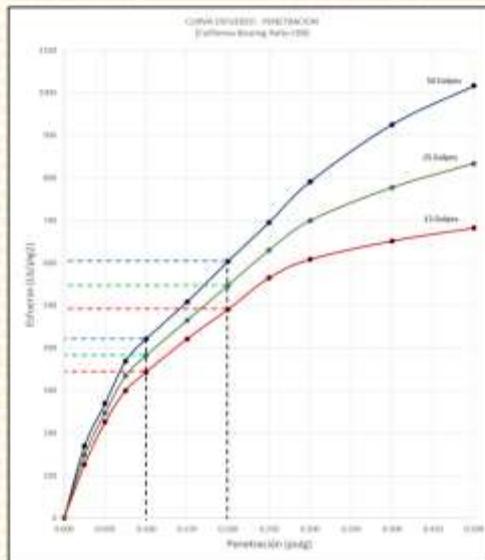
Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabla Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras - Huánuco 2021.
DIRECCIÓN : Ate, Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco
REFERENCIA : (M - 1) + Cabuya
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M - 1)+ 10 % CABUYA
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.35	1.44	1.52
0.100	41	46	50
0.200	59	66	72

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	47.35 %
CBR AL 95%	0.1"	=	43.45 %
CBR AL 100%	0.2"	=	67.86 %
CBR AL 95%	0.2"	=	62.34 %

Tec: EEA



Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

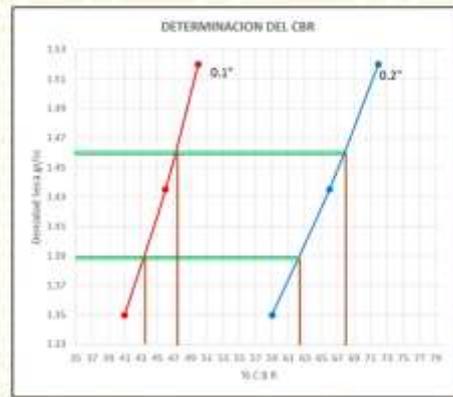
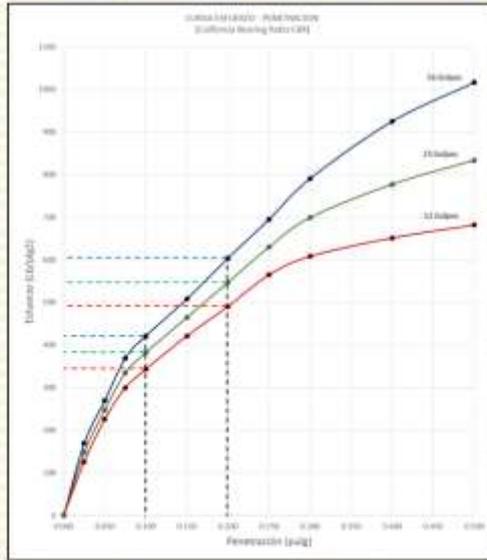
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabia Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Analisis de las propiedades mecanicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambu, Las Moras - Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

REFERENCIA : (M - 1) + fibra bambu
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M + 1) + 5 % FIBRA DE BAMBÚ
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.35	1.44	1.52
0.100	41	46	50
0.200	59	66	72

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1*	= 47.35 %
CBR AL 95%	0.1*	= 43.45 %
CBR AL 100%	0.2*	= 67.86 %
CBR AL 95%	0.2*	= 62.34 %

Tec. EEA
 Rev. MMF

Fecha de emisión: Lima, 15 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

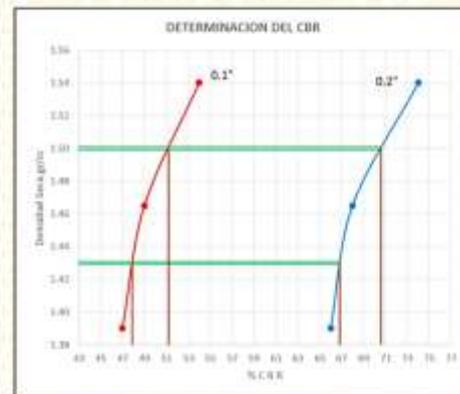
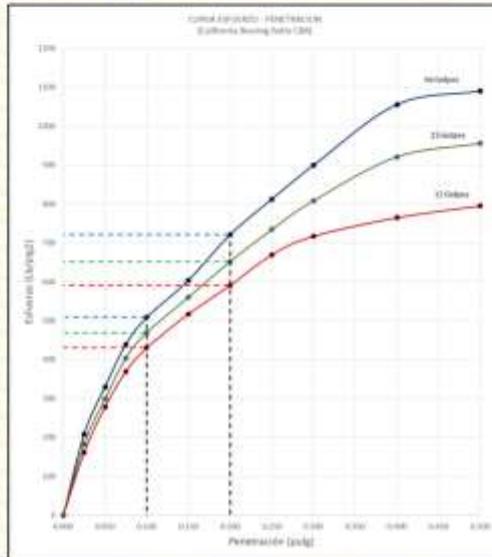
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Cabla Adriano, Kells Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino
PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima
UBICACIÓN : Las Moras - Huánuco

REFERENCIA : (M-1) + fibra bambú
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021
FECHA DE INICIO : 02 de octubre del 2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M + 1) + 7.5 % FIBRA DE BAMBÚ (ASTM D 1883 - 9 C)



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.39	1.47	1.54
0.100	47	49	54
0.200	66	68	74

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 51.12 %
CBR AL 95%	0.1"	= 47.86 %
CBR AL 100%	0.2"	= 70.64 %
CBR AL 95%	0.2"	= 66.92 %

Tec. EEA
Rev. MMF

Fecha de emisión: Lima, 19 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

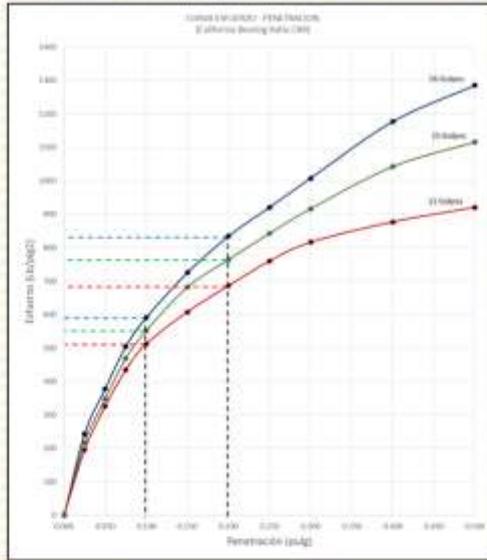
SOLICITANTE : Cabla Adriano, Kella Gregoria y Espinoza Romero, Gonzalo Aquino **PROYECTO** : Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021.

DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : (M-1) + fibra bambú **UBICACIÓN** : Las Moras - Huánuco

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 02 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M + 1) + 10 % FIBRA DE BAMBÚ
 (ASTM D 1883 – 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.36	1.43	1.50
0.100	46	49	56
0.200	65	68	75

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 52.92 %
CBR AL 95%	0.1"	= 47.83 %
CBR AL 100%	0.2"	= 71.93 %
CBR AL 95%	0.2"	= 66.37 %

Tec. EEA
 Rev. MMF



Fecha de emisión : Lima, 18 de octubre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

(Firma)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 178318

ANEXO 7: Panel fotográfico



