



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando  
geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo,  
Los Olivos, Lima-2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Cano Barrera, Percy Gonzalo( ORCID: 0000-0002-5734-8484)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omar Demetrio( ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

El presente trabajo lo dedico principalmente a dios por darme las fuerzas necesarias para seguir continuando en este camino del aprendizaje día a día.

A mis padres, por ser una fuente de inspiración, por las palabras de aliento y su sacrificio para que pueda ser mejor persona. Ustedes son el viento que impulsa mi velero en este mundo profesional que se avecina.

### **Agradecimiento**

Por su tiempo, dedicación y paciencia quiero agradecer al Dr. Omart Tello y los demás docentes de esta prestigiosa universidad. En estos años nos brindan las armas para poder salir a un mundo profesional más competitivo.

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>vi</b>
<b>Resumen</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract</b>	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>23</b>
3.1. Tipo y diseño de la investigación	24
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra, muestreo	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5. Procedimiento	29
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos	31
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>32</b>
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	<b>47</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>V. RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Ubicación y características de calicata. (UTM)	27
<b>Tabla 2.</b> Muestra y especímenes	27
<b>Tabla 3.</b> Validez del instrumento	28
<b>Tabla 4.</b> Instrumento de recolección de datos	29
<b>Tabla 5.</b> Análisis Granulométrico	35
<b>Tabla 6.</b> Distribución Granulométrica	35
<b>Tabla 7.</b> Límites de Atterberg	36
<b>Tabla 8.</b> Datos Proctor Modificado M – 1, M – 2 y M – 3	37
<b>Tabla 9.</b> Clasificación de penetración por número de golpes M – 1	38
<b>Tabla 10.</b> Valor de CBR para la muestra M – 1	38
<b>Tabla 11.</b> Clasificación de penetración por número de golpes M – 2	39
<b>Tabla 12.</b> Valor de CBR para la muestra M – 2	39
<b>Tabla 13.</b> Clasificación de penetración por número de golpes M – 3	40
<b>Tabla 14.</b> Valor de CBR para la muestra M – 3	40
<b>Tabla 15.</b> Proctor Modificado M A, M B y M C	42
<b>Tabla 16.</b> Valor de CBR en muestras (M A, M B y M C) con geotextil	42
<b>Tabla 17.</b> Datos Proctor Modificado M D, M – 2 y M – 3	43
<b>Tabla 18.</b> Valor de CBR para las muestras (M D, M E y M F) con geomallas triaxiales	43
<b>Tabla 19.</b> Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante	44
<b>Tabla 20.</b> Valor de corte director para las muestras (M A, M B y M C) con geotextiles	44
<b>Tabla 21.</b> Valor de corte director para las muestras (M D, M E y M F) con geomalla triaxial	45
<b>Tabla 22.</b> Cuadro resumen de Proctor modificado	47
<b>Tabla 23.</b> Cuadro resumen de esfuerzo Cortante	49
<b>Tabla 24.</b> Cuadro resumen de CBR	50

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Concepto del geotextil como un separador	20
<b>Figura 2.</b> Vista microscópica de algunos tipos de geotextiles tejidos	21
<b>Figura 3.</b> Vista microscópica de algunos tipos de geotextiles no tejidos	22
<b>Figura 4.</b> Geotextil de fibra de coco	22
<b>Figura 5.</b> Mapa del distrito de los olivos	26
<b>Figura 6.</b> Tramo de estudio del proyecto	31
<b>Figura 7.</b> Dibujo de la vía de estudio en el programa AutoCAD	31
<b>Figura 8.</b> Ubicación donde se realizara las calicatas	32
<b>Figura 9.</b> Ubicación de la calicata	32
<b>Figura 10.</b> Rollo de Geotextil	33
<b>Figura 11.</b> Rollo de Geomalla triaxial	33
<b>Figura 12.</b> Clasificación de Suelos	34
<b>Figura 13.</b> Clasificación de Suelos	34
<b>Figura 14.</b> Ensayo Proctor Modificado	36

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo. El tipo de investigación fue de tipo aplicada y el diseño de la investigación fue cuasiexperimental. La población estuvo conformada por la subrasante del pavimento flexible del tramo comprendido entre la cuadra 1 hasta la cuadra 16 de la Av. Antúnez de Mayolo en el distrito de los Olivos tomando como muestra las cuadras 3, 8 y 13 de dicha avenida, cada cuadra tiene un área aproximada de 1498.75 m<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio mostraron un aumento en el índice de CBR de la subrasante al incorporarle el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles, el CBR aumento a 42.56% y 46.37% respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar la Geomallas Triaxiales y Geotextiles en un CBR de 8.87%. Se concluyó en esta investigación que se logró determinar la influencia del el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejorando la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo, donde los Geotextiles tuvieron un mejor desempeño.

**Palabras clave:** Geomallas Triaxiales, Geotextiles, CBR, subrasante, contenido de humedad.

## **Abstract**

The objective of this research work was to determine the influence of the use of Triaxial Geogrids and Geotextiles in the stabilization of the subgrade of the flexible pavement of Av. Antúnez de Mayolo. The type of research was applied, with a descriptive level and the research design was quasi-experimental. The population was made up of the subgrade of the flexible pavement of the section between block 1 and block 16 of Av. Antúnez de Mayolo in the district of Los Olivos, taking blocks 3, 8 and 13 of said avenue as a sample, each block It has an approximate area of 1498.75 m<sup>2</sup>. The results obtained in the laboratory tests showed an increase in the CBR index of the subgrade when incorporating the use of Triaxial Geogrids and Geotextiles, the CBR increased to 42.56% and 46.37% respectively, being initially before applying the Triaxial Geogrids and Geotextiles at a CBR of 8.87%. It was concluded in this research that it was possible to determine the influence of the use of Triaxial Geogrids and Geotextiles improving the stabilization of the subgrade of the flexible pavement of Av. Antúnez de Mayolo, where the Geotextiles had a better performance.

**Keywords:** Triaxial Geogrids, Geotextiles, CBR, subgrade, moisture content.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años El desempeño a largo plazo de la estructura del pavimento depende de la estabilidad de los suelos subyacentes. Es crucial desarrollar la subrasante con un valor de CBR de al menos 10. Si el valor de CBR es inferior a 10, el material de la base se desvía bajo la carga del tráfico y se produce el deterioro del pavimento. Mejorar el suelo con geomalla aumenta la rigidez y la capacidad de carga del suelo mediante la interacción fraccionada entre el suelo y el material de geomalla. La aplicación de geomalla ayuda a reducir el costo de traer materiales de tierra de un pozo de préstamo. (Chamara, 2018, pág. 43)

La Av. Antúnez de Mayolo del distrito de Los Olivos presenta un pavimento muy deteriorado y a pesar de ello en los últimos años ninguna entidad pública se ha pronunciado para darle mejora ni rehabilitación a las obras de pavimentación, lo cual en lo que a mí respecta, se hace necesario, ya que hay una demanda poblacional alta, que hace de la Av. Antúnez de Mayolo la mejor alternativa para solventar estas necesidades. Este proyecto es un intento de investigar el efecto de la malla de geomalla en la mejora de la capa de subrasante blanda. Esto acompañado del aumento del parque automotor empeora aún más las condiciones del pavimento. Por ello es importante darle una mejora a la pavimentación y uno de las más importantes soluciones es mejorar la subrasante. (Almeida, 2018, pág. 46)

La Revista de la Geosynthetics International publicada en el año 2015, nos da a conocer que los suelos de subrasante pobres no poseen la resistencia para soportar las actividades de construcción de carreteras y las cargas de tráfico previstas posteriores y que a través de los materiales geosintéticos de separación y estabilización de la subrasante se maximizan la distribución de la carga y aumentan la capacidad de carga efectiva de la subrasante 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. (Anyaipoma, 2019, pág. 86)

Según la revista geosynthetica menciona que desde diciembre de 2011 hasta finales de mayo de 2014, el Departamento de Transporte de Montana dirigió un estudio de fondos comunes sobre el "Rendimiento de los geosintéticos en la

estabilización de la subrasante". La investigación, que fue realizada por el Western Transportation Institute la cual indico que "En la Fase I, las condiciones de prueba fueron más severas", dice Eli Cuelho, PE, quien dirigió la investigación y fue coautor del informe con Steve Perkins y Zachary Morris. "La investigación en la Fase I ayudó a comprender lo que sucede en condiciones más severas, que ocurren en el mundo real, pero en la Fase II queríamos observar el desempeño en condiciones más típicas y menos severas", y por último muchas menciona que la inclusión de geomallas y productos geotextiles en el diseño de carreteras mejora el soporte de la subrasante y, en última instancia, la vida útil de la estructura, al reducir y distribuir la tensión sobre la subrasante débil. (Carrillo, 2018, pág. 78)

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC) en el año 2019, el suelo a través de la interacción fraccionada entre el suelo y el material de la geomalla mejorando el suelo. Las geomallas utilizadas dentro de un sistema de pavimento realizan dos funciones que son la separación y el refuerzo. La función principal de las geomallas se utiliza como refuerzo de pavimentos, en el que la geomalla mejora mecánicamente las propiedades de ingeniería del sistema de pavimento. También ayuda a reducir el costo de traer materiales de tierra de un pozo de préstamo. "Las geomallas bien tratadas pueden durar hasta 20 años. No estamos hablando de un costal cualquiera relleno de cualquier cosa. Hay una técnica para compactar estas geomallas que permiten resguardar diversas estructuras", indicó. La titular del MTC Ministra María Jara. (Rondón, 2015, pág. 65)

La revista VIALIDAD Y TRANSPORTE en el 2016, menciona que estas subrasantes marginales a menudo presentan a los ingenieros y contratistas ciertos desafíos, que pueden incluir los siguientes: optimización de la sección de pavimento: diseñar una sección de pavimento rentable para la vida útil requerida o deseada; y constructibilidad: un reconocimiento de que aunque la subrasante marginal puede soportar adecuadamente el pavimento, Las subrasantes marginales a menudo necesitan mejoras para el apoyo provisional de los equipos de construcción y para crear una plataforma de trabajo sólida. Este documento discutirá los requisitos de subrasante contenidos en AC 150 / 5320-6F. El

documento también discutirá varias metodologías de mejora de subrasante que se utilizan en el diseño de pavimentos de aeródromos, que incluyen lo siguiente: tratamientos de suelos poco profundos para pavimentos en malas condiciones de suelo, que incluyen: estabilización de suelos de subrasante con cemento, cal y cenizas volantes; corte tradicional de material de subrasante inadecuado; y uso de geotextiles y otros productos prefabricados. Tratamientos de suelos profundos para pavimentos en malas condiciones de suelo, que incluyen: uso de agregados livianos o rellenos fluidos; precarga / sobrecarga de suelos de subrasante para inducir la consolidación; e inclusiones rígidas (columnas de lechada) con una manta de transferencia de carga. (Manual de Carreteras, 2014, pág. 147)

Este estudio de geosintéticos y geomalla, para su uso en la estabilización de cimientos, esta investigación pretende determinar las diferencias de los beneficios de incluir geosintéticos o geomalla en el diseño de pavimentos flexibles. La investigación adicional permitirá que los diseños futuros de pavimentos de carreteras en Lima incluyan geosintéticos y geomalla como parte de las especificaciones de diseño y reduzcan el impacto ambiental de la construcción del pavimento al minimizar el espesor de capa de subbase requerido sin comprometer la resistencia de los cimientos. (Ramos, 2020, pág. 32)

Según el manual de carreteras del Perú 2013, La estabilidad de superficies se precisa como el progreso de los patrimonios físicas 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 geomallas triaxiales y geotextiles anclados para mejorar la estabilidad de la subrasante en la Av. Antúnez de Mayolo, Lima 2021.

**Problema general:** ¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo? Del mismo modo los **problemas específicos** son: ¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo? ¿Cómo influye el uso de

Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la resistencia al corte de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo? ¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en el nivel de compactación de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo?

En relación a la **justificación teórica**: Esta investigación nos permitirá aplicar las técnicas aprendidas durante los años de estudio de la carrera de ingeniería Civil y la cual está relacionada al estudio de suelos y carreteras, asimismo cumplir con los métodos y procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP).

**Metodológica**: Permitirá diferenciar las técnicas de reforzamiento de la subrasante entre la aplicación de un sistema de Geomallas Triaxiales y Geotextiles. **Práctica**:

La investigación está orientado a proporcionar nuevas alternativas para mejorar la subrasante a través de Geomallas Triaxiales y Geotextiles los cuales ya han sido probados en otro tipo de usos. **Social**: Esta investigación permitirá mejorar subrasante y de este modo mejorar las condiciones del pavimento para los transportistas. **Ambiental**:

Permitirá reducir el deterioro del pavimento y disminuyendo el desperdicio de la demolición del mismo, ya que este, termina contaminando el medio ambiente. **Económica**: Mediante esta investigación se busca obtener una subrasante que pueda soportar el uso del pavimento por el parque automotor, reduciendo el gasto del mantenimiento o reconstrucción.

Los objetivos planteados en esta investigación se indican a continuación. **Objetivo**

**general**: Determinar la influencia del el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo. **Objetivo específico**:

Evaluar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo. Evaluar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la resistencia al corte de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo. Evaluar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.

La **hipótesis general**: El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.



Para poder sustentar la hipótesis general se necesita de las siguientes **hipótesis específicas**: El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo. El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la resistencia al corte de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo. El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora el índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.

## **II. MARCO TEÓRICO**

**Sun (2015).** Esta investigación tiene como **objetivo** evaluar la influencia de la geomalla en las deformaciones elásticas y tensiones radiales de las bases de agregados y la subrasante. La **metodología** fue experimental y consistió aplicar una carga de placa cíclica a través de una placa de 0,3 m de diámetro sobre bases de agregados tipo Kansas con espesores de 0,15, 0,23 y 0,30 m. Para investigar el efecto de la intensidad de la carga en la respuesta del pavimento, la magnitud de la carga de la placa se incrementó de 5 a 50 kN con un incremento de 5 kN. Los **resultados** de las pruebas indican que la inclusión de una geomalla redujo las deformaciones permanentes de la capa base y la subrasante y cambió las distribuciones de tensión radial dentro de la capa base y la subrasante. La máxima densidad seca alcanzada fue de 1.45 gr/cm<sup>3</sup> al aplicar la geomalla, el cual aumento en un 30 % respecto a su máxima densidad seca patrón que fue de 1.27 gr/cm<sup>3</sup>. Esto ocurre cuando el contenido de humedad óptimo alcanza el valor de 22.35 % y al aplicar la geomalla logra disminuir hasta un 20.15 % con lo cual disminuye la cantidad de humedad requerida para llegar a su máxima densidad seca. Conclusiones: La geomalla contuvo y recuperó la deformación lateral del agregado mientras que los tramos desestabilizados fallaron por el progresivo desplazamiento lateral. Los resultados de las pruebas indican que la inclusión de una geomalla redujo las deformaciones permanentes de la capa base y la subrasante y cambió las distribuciones de tensión radial dentro de la capa base y la subrasante. Las secciones estabilizadas de geomalla mostraron mayor resiliencia que las secciones no estabilizadas.

**Anyaipoma (2019).** Esta investigación tiene como **objetivo** estudiar los efectos beneficiosos de reforzar suelos de subrasante con una sola capa de geomalla y su comportamiento bajo cargas estáticas y cíclicas. La **metodología** fue experimental y se realizaron ensayos cíclicos triaxiales para probetas no reforzadas y probetas reforzadas en la posición óptima deducida de la geomalla para estudiar su comportamiento ante cargas repetitivas. Los **resultados** mostraron que CBR y E- los valores aumentan con el refuerzo y alcanzan los valores más altos cuando la geomalla se coloca a una profundidad entre 72 y 76% desde la parte superior de la muestra. La altura de la muestra en el laboratorio para todos los propósitos prácticos significa el espesor de la capa compacta de suelo de subrasante en el campo. **Conclusiones:** Se indicaron que la deformación elástica en muestras de

suelo no reforzado disminuyó en casi un 35% con el refuerzo de geomalla. Además, las geomallas pueden desempeñar un papel importante en el control de la formación de surcos en el sistema de pavimento, ya que la deformación permanente en las muestras reforzadas disminuyó en un 44% de la de las muestras no reforzadas.

**Chamara (2018).** Esta investigación tiene como **objetivo** estudiar. La **metodología** fue experimental y se prepararon dos pavimentos modelos idénticos: uno sin geomalla compuesta y el otro con refuerzo de geomalla compuesta en la interfaz de la capa base-subrasante en una caja de acero con una longitud, ancho y altura de 1 m, 1 m y 1,2 m, respectivamente. Los **resultados** de la prueba mostraron que la inclusión de geomalla compuesta en la interfaz base-subrasante puede reducir significativamente la profundidad de surco del pavimento granular en subrasante débil (CBR <3%). Con una formación de surcos de 50 mm, se podría lograr una relación de beneficio de tráfico (TBR) aproximado de 5 mediante el uso de una subrasante reforzada con geomalla compuesta, también mostraron que la inclusión de geomalla compuesta en la interfaz base-subrasante puede reducir significativamente la profundidad de surco del pavimento granular en subrasante débil (CBR <3%). Cuando se aplicó la geomalla, el contenido de humedad de la arcilla reforzada aumenta en un 26,36% siendo el contenido de humedad patrón de tan solo un 10,24%. El CBR del suelo arcilloso tiene un índice de 21 % mientras que cuando se le agrego geomalla el CBR conseguido fue de 47 %. **Conclusiones:** La transmisión de presión a la subrasante se redujo significativamente mediante la geomalla compuesta en la interfaz. La transmisión de presión a la subrasante se redujo significativamente mediante la geomalla compuesta en la interfaz. También se logró aumentar la resistencia al corte de la muestra de 0.12 kg/cm<sup>2</sup> a 1.09 kg/cm<sup>2</sup>.

**Chairperson (2015).** Esta investigación tiene como **objetivo** estudiar el comportamiento resiliente y deformaciones permanentes de bases estabilizadas de geomalla triaxial sobre subrasante débil. La **metodología** fue experimental y se llevaron a cabo pruebas de carga de placas cíclicas y estáticas en secciones de prueba de bases estabilizadas con geomalla sobre subrasante bajo diversas intensidades de carga. Los **resultados** muestran que tanto las tensiones verticales

como horizontales se redistribuyeron debido a la inclusión de geomallas. Las tensiones verticales se distribuyeron a un área más amplia, mientras que las tensiones horizontales se limitaron a un área más pequeña cerca de la placa de carga. La presencia de geomallas redujo las deformaciones permanentes pero aumentó las deformaciones elásticas. De este modo se obtuvo un aumento de 33.09% de la resistencia al corte del suelo al agregar geomallas alcanzando hasta 1.9 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con una muestra sin adición de geomallas con 1.5 kg/cm<sup>2</sup>. Al mismo tiempo el óptimo contenido de humedad requerido para llegar a su máxima densidad seca fue de 39 % mientras que cuando se aplicó las geomallas solo se necesitó tener un contenido óptimo de humedad de 21.35 %.

**Conclusiones:** Se muestran que las tensiones verticales en la interfaz disminuyeron y las tensiones horizontales a lo largo de la línea central aumentaron debido a la inclusión de geomallas. Las secciones estabilizadas de geomalla tenían coeficientes de presión lateral de tierra más altos a lo largo de la línea central. También se muestran de suelo en una condición estabilizada tuvo una mayor deformación elástica bajo la descarga en comparación con la de una condición no estabilizada.

**Cuelho (2017).** Esta investigación tiene como **objetivo** estabilizar la subrasante con geosintéticos a través de una prueba de campo y calibración del método de diseño. La **metodología** fue experimental y utilizando la rutina longitudinal como indicador principal de rendimiento, la ecuación de diseño asociada con el método Giroud-Han fue calibrada para hacer que la rigidez de la unión de la geotextil en la dirección transversal a la máquina sea la propiedad principal del geosintético. Entre los **resultados** se determinó mediante un análisis de regresión lineal que la rigidez de las uniones de la geomalla en la dirección transversal a la máquina se correlacionó mejor con el rendimiento en esta aplicación y en estas condiciones. El valor de CBR con geomalla para 10 mm de longitud con 3 mm de diámetro se encontró 16.71 %, que es 2.73 veces mayor que el suelo no reforzado. Se concluye que el valor de California Bearing Ratio (CBR) con geomalla aumenta debido a las propiedades de tenacidad de la geomalla.

**Conclusiones:** el geotextil mostraron un buen desempeño como estabilización de la subrasante, las propiedades del material asociadas con su desempeño fueron difíciles de establecer debido al número limitado de secciones de prueba y la falta

de pruebas relevantes para caracterizar adecuadamente este tipo de materiales para esta aplicación.

**Hueto y Montoya, (2016)** menciona que el objetivo de esta investigación, es utilizar la correcta aplicación del geotextil tejido T2400. La geomalla contuvo y recuperó la deformación lateral del agregado mientras que los tramos desestabilizados fallaron por el progresivo desplazamiento lateral. Los resultados de las pruebas indican que la inclusión de una geomalla redujo las deformaciones permanentes de la capa base y la subrasante y cambió las distribuciones de tensión radial dentro de la capa base y la subrasante. **Conclusiones:** Se concluye el CBR incrementa positivamente al adicionar el geotextil tejido T2400 el CBR alcanza hasta un 51.30%, teniendo en cuenta que el CBR inicial fue de 18.25 %, esto demuestra que el geotextil tejido T2400 mejora la compactación del suelo.

**GEOTEXTILES.** Según Geosistemas PAVCO (2015) los geotextiles que se definen como: "Es un producto de refuerzo de suelos de alto rendimiento. Está confeccionado con hilos de poliéster de alto peso molecular y extraordinaria resistencia a la tracción. Estos hilos se tejen luego en una red dimensionalmente estable de aberturas para formar la forma de rejilla geométrica que ofrece un refuerzo de tracción al suelo tanto en la dirección vertical como en la horizontal. ". (p. 5)

También se define el geotextil como el material geosintético permeable y duradero que se usa ampliamente para filtrar, separar, reforzar, proteger, retener o drenar el suelo para aplicaciones de construcción civil. The Best Project Material Co., Ltd. (BPM) se había dedicado a suministrar geotextiles, geomembranas y geosintéticos integrales a clientes de todo el mundo desde 2010. Contamos con más de 120 profesionales y una fábrica de 16.000 metros cuadrados equipada con líneas de producción automáticas. Nuestros productos innovadores y de alta calidad incluyen geotextil no tejido de filamentos, geotextiles perforados con aguja de fibra corta, tela geotextil tejida PP y tela geo tejida para mascotas, etc. BPM también ofrece un servicio de instalación y diseño profesional. Todos los productos de la marca BPM han sido certificados por los certificados ISO9001, ISO14001, TUV, Soncap, SASO y BV y pasaron la prueba de SGS e Intertek, etc. Espero ser su socio. (PAVCO, 2015 p. 34)

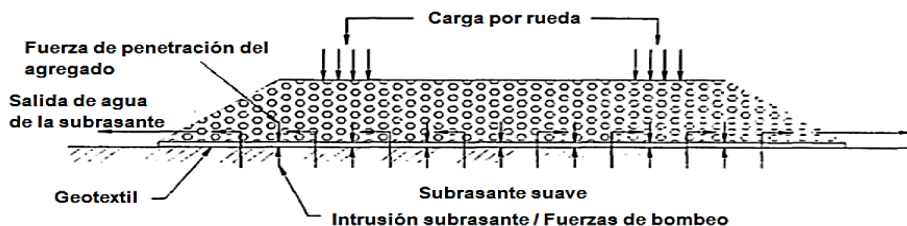
Una de las funciones más útiles de los geosintéticos es su capacidad para separar suelos de grano fino del material de relleno granular que se utiliza en carreteras u otros proyectos de ingeniería civil. Hay una serie de conceptos erróneos populares con respecto a la función de separación. Para los ingenieros y contratistas que trabajan en proyectos donde surge la necesidad de separación de suelos de grano fino, una comprensión completa de los principios de diseño subyacentes es fundamental para tomar las decisiones más efectivas y económicas.

La separación es importante por dos razones principales: La pérdida hacia abajo de material de relleno granular en el suelo de la subrasante subyacente bajo carga reduce el espesor efectivo de la capa de relleno granular. Este proceso se previene de forma eficaz tanto con geomallas como con geotextiles. Es la razón por la que se obtiene al menos algún beneficio sobre la construcción convencional siempre que se utiliza un geosintético sobre suelos blandos y de grano fino, ya sea que estén correctamente diseñados o no. Esta función es efectivamente independiente del tipo geosintético y no se discutirá más aquí.

La intrusión ascendente de material de grano fino en el relleno granular (bombeo) reduce su integridad y resistencia, dejando una base debilitada. Este proceso generalmente es impulsado por la presencia de agua, que suspende las partículas finas del suelo y les permite moverse. Al diseñar para la función de separación, se pueden utilizar geosintéticos para prevenir esta intrusión ascendente de material de grano fino. Cómo funciona esto se analiza a continuación. Dado que las partículas finas del suelo son transportadas por el agua, hay dos formas de evitar su migración al relleno granular:

Evite que el agua entre en el material de relleno granular. Esto requeriría el uso de una membrana impermeable, que sería a la vez antieconómico y poco práctico en esta aplicación. Deje que el agua pase a través del relleno mientras impide que las partículas finas se muevan con él, mediante filtración. Este es el mecanismo de separación que utilizan tanto los geotextiles como las geomallas, aunque lo logran de manera diferente.

Figura 1. Concepto del geotextil como un separador



Fuentes: Hausmann (2015) Evaluation of Geotextiles as Separators in Roadways

El geotextil como el material geo sintético permeable y duradero que se usa ampliamente para filtrar, separar, reforzar, proteger, retener o drenar el suelo para aplicaciones de construcción civil se había dedicado a suministrar geotextiles, geo membranas y geo sintéticos integrales (Tsai, 2002).

**Geotextiles.** En el caso de los geotextiles, la filtración ocurre cuando las partículas finas del suelo son más grandes que las aberturas en la tela, por lo que no pueden pasar. El tamaño de apertura aparente (AOS) del geotextil cuantifica el tamaño de las aberturas y, por lo tanto, el tamaño de las partículas que pueden ser filtradas por la tela. De esta manera, se pueden utilizar geotextiles tejidos y no tejidos para lograr la separación de suelos de grano fino de materiales de relleno granulares.

Es importante que el diseñador recuerde que la distribución del tamaño de partículas del suelo de la subrasante impacta directamente en la efectividad de la separación de esta manera. Los suelos de grano extremadamente fino en condiciones completamente saturadas no serán contenidos de manera efectiva por un geotextil con un AOS que sea demasiado grande.

Esto se puede ilustrar colocando el geotextil sobre el suelo y caminando sobre él. A medida que se aplica carga sobre el geotextil, el agua de la subrasante fluirá hacia arriba a través de la tela. Si esta agua está "sucia" (es decir, contiene partículas de suelo), no se está logrando la separación. (Vea la imagen a continuación). El geotextil todavía evita la pérdida hacia abajo de material granular en estas circunstancias, pero no impide el bombeo.

**Geomallas.** En el caso de las geomallas, la separación se consigue de forma diferente. Las aberturas de las geomallas son significativamente más grandes que

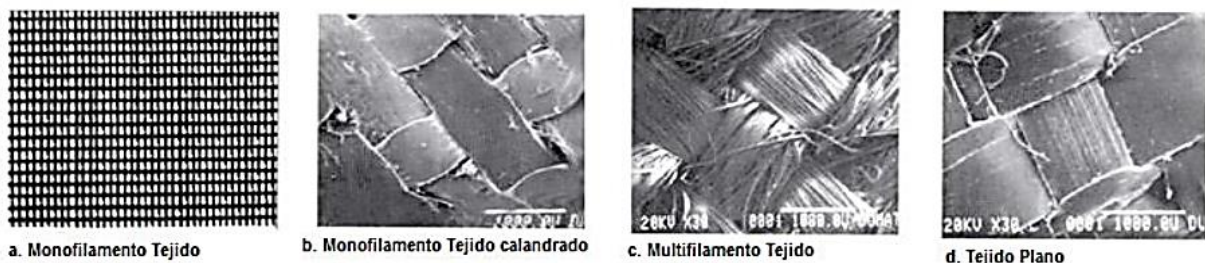


las partículas de suelo de grano fino, lo que ha llevado a la idea errónea de que las geomallas no se pueden utilizar para la separación.

Esta idea errónea se basa en la ignorancia del hecho de que mientras los geotextiles actúan como una capa entre la subrasante y el relleno granular, las geomallas actúan como parte del relleno granular y mejoran su desempeño, incluida su capacidad para mantener la separación. Esto es una función de las propiedades tanto de la geomalla como del relleno granular, así como de su interacción, que crea un filtro que restringe el movimiento de las partículas finas del suelo. Las aberturas rígidas y estables de la geomalla confinan las partículas del relleno granular (evitando su movimiento), mientras que la gradación del tamaño del relleno granular determina el espacio entre las partículas. Cuando la gradación se selecciona correctamente, se logra la filtración y las partículas finas del suelo no pueden contaminar el relleno granular.

La gradación adecuada para el material de relleno granular se puede determinar calculando la relación de tuberías entre el suelo de la subrasante y el relleno granular.

Figura 2. Vista microscópica de algunos tipos de geotextiles tejidos

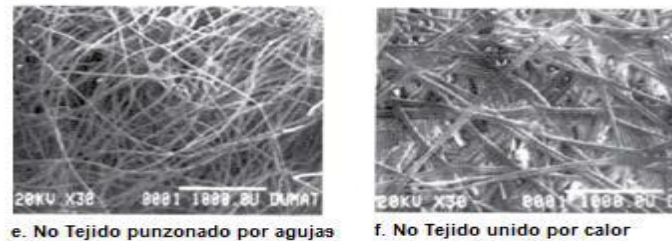


Fuente: Geosistemas PAVCO. (2012) Manual de Diseño con Geosintéticos.

**Geotextiles No Tejidos.** Está confeccionado con hilos de poliéster de alto peso molecular y extraordinaria resistencia a la tracción. Estos hilos se tejen luego en una red dimensionalmente estable de aberturas para formar la forma de rejilla geométrica que ofrece un refuerzo de tracción al suelo tanto en la dirección vertical como en la horizontal:

- Ligados mecánicamente o punzonados por agujas
- Ligados térmicamente o termo soldados
- Ligados químicamente o resinados.

Figura 3. Vista microscópica de algunos tipos de geotextiles no tejidos



Fuente: Geosistemas PAVCO. (2012) Manual de Diseño con Geosintéticos.

Según su composición. La durabilidad del pavimento depende de la estabilidad de los suelos subyacentes. El suelo existente en un lugar en particular puede no ser adecuado para la construcción debido a la poca capacidad de carga y la mayor compresibilidad o incluso, a veces, a la hinchazón excesiva.

Los ingenieros son responsables de seleccionar o especificar el método de estabilización correcto, la técnica y la cantidad de material requerido (Subaida, Chandrakaran, & Sankar, 2015).

Las propiedades de un suelo pueden alterarse de muchas maneras, entre las cuales algunas son químicas, térmicas, mecánicas y de otro tipo. La estabilización se está utilizando para una variedad de obras de ingeniería, como la construcción de caminos para todo clima y pavimentos para aeródromos, incluidos helipuertos, donde el objetivo principal es aumentar la resistencia o la estabilidad del suelo haciendo el mejor uso de los materiales disponibles localmente.

Figura 4. Geotextil de fibra de coco



Fuente: Subaida, E., Chandrakaran, S., & Sankar, N. (2009). Laboratory performance

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. El tipo de investigación**

Según Tacillo (2016) son un método de recolección de datos a partir de un muestreo de personas, a menudo con el objetivo de generalizar los resultados para un segmento de población más grande. Constituyen una fuente de información fundamentales para comercios, medios de comunicación, organismos gubernamentales, educadores y cualquiera que forme parte de la economía de la información. (p. 88)

De este modo guardando la relación con Tacillo, la presente investigación es de tipo **aplicada** por propósito que se basara en leyes científicas y teorías que se respaldan en normas, así mismo se busca determina la influencia de los Geotextil y Geomallas Triaxiales en la estabilización de la subrasante con la finalidad de mejorarlo.

Estando lo mencionado se considera que el enfoque de esta investigación es del **Tipo Cuantitativa** puesto es confiable para conocer la realidad con la recolección y análisis de datos, con esto se puede probar la hipótesis, y esta investigación confía en la medición numérica y se puede tener datos más exactos con el comportamiento de la población.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Según Tacillo (2016) La investigación explicativa se caracteriza por conocer las causas de un hecho, en una relación de causa y efecto. Es decir trata de explicarse un fenómeno o hecho por sus causas o principios.

La investigación es de nivel explicativo por qué buscaremos a través de las propiedades de Geotextil y Geomallas Triaxiales como al aplicarlas sobre el suelo, altera las propiedades de la subrasante la cual servirá como base de soporte para el pavimento flexible.

#### **3.1.3. Diseño de investigación**

Según Tacillo (2016) el diseño de la investigación **son** un método de recolección de datos a partir de un muestreo de personas, a menudo con el objetivo de

generalizar los resultados para un segmento de población más grande. Constituyen una fuente de información fundamentales para comercios, medios de comunicación, organismos gubernamentales, educadores y cualquiera que forme parte de la economía de la información. (p. 82)

Con todo lo explicado con Tacillo, se indica que la presente tesis es un diseño de la investigación **cuasiexperimental**, ya que se manipulara la variable independiente (Geotextil y Geomallas Triaxiales) para observar la variación en la variable dependiente (subrasante)

### **3.2. Variables, operacionalización**

**VARIABLE INDEPENDIENTE:** Geotextil y Geomallas Triaxiales

#### **Definición conceptual:**

Tensar (2013) Son elementos elaborados a partir de láminas de resinas selectas de polipropileno, perforadas y estiradas uniformemente en tres direcciones. (pág. 21)

**VARIABLE DEPENDIENTE:** Estabilización de la subrasante del pavimento flexible.

#### **Definición conceptual:**

Ramos (2014) menciona: La estabilización de subrasante se ha convertido así en una parte obligatoria de cualquier trabajo etnográfico, en forma de apéndice o en un capítulo separado. La persona del investigador es entonces asimilada a un instrumento cuyas características y forma de comportarse deben ser conocidas para permitir una adecuada lectura del informe. (pág. 20)

#### **Operacionalización**

Según Tacillo (2016) la operacionalización es el proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, en dimensiones e indicadores.

Se adjunta Anexo 02: Matriz de Operacionalización



aproximada de 1498.75 m<sup>2</sup>, por lo cual se realizará la respectiva calicata para la extracción de suelo de subrasante y una vez obtenida la muestra, esta se trasladará al laboratorio correspondiente.

Tabla 1. *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	-11.992675,	-77.071429
C-2	1.00	1.00	1.50	50.00	-11.994830	-77.075650
C-3	1.00	1.00	1.50	50.00	-11.995775	-77.081175

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 2. *Muestra y especímenes*

Muestra	Espécimen	Ensayo
Suelo natural C-1	M-1.1	Proctor Modificado
	M-1.2	CBR
	M-1.3	Esfuerzo Cortante
Suelo natural C-2	M-2.1	Proctor Modificado
	M-2.2	CBR
Suelo natural C-3	M-3.1	Proctor Modificado
	M-3.2	CBR
Suelo natural con menor CBR + Geotextil	(M A 1.1)	Proctor Modificado
	(M A 1.2)	CBR
	(M A 1.3)	Esfuerzo Cortante
	(M B 1.1)	Proctor Modificado
	(M B 1.2)	CBR
	(M B 1.3)	Esfuerzo Cortante
	(M C 1.1)	Proctor Modificado
	(M C 1.2)	CBR
	(M C 1.3)	Esfuerzo Cortante
Suelo natural con menor CBR + Geomallas triaxiales	(M D 1.1)	Proctor Modificado
	(M D 1.2)	CBR
	(M D 1.3)	Esfuerzo Cortante
	(M E 1.1)	Proctor Modificado
	(M E 1.2)	CBR
	(M E 1.3)	Esfuerzo Cortante
	(M F 1.1)	Proctor Modificado
	(M F 1.2)	CBR
	(M F 1.3)	Esfuerzo Cortante

Fuente: *Elaboración propia.*

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Tacillo (2016) la técnicas e instrumentos de recolección de datos es considerada como el modo de aplicar los instrumentos de investigación, con la intención de obtener informaciones para llevar a cabo la investigación científica.

Por lo tanto, para comprender mejor los límites del conocimiento y las prácticas disciplinarias acumuladas en francés, es útil una revisión de la literatura científica. Se realizaron búsquedas sistemáticas en los resúmenes de las principales revistas generales de etnología y sociología, buscando títulos de artículos explícitos sobre nuestro tema o relacionados con la metodología de una manera más general:

Las fichas técnicas a usar, estos corresponden a los indicadores de la Variable Dependiente son:

- Ensayo contenido de humedad (Anexo 4)
- Ensayo límite de consistencia (Anexo 5)
- Ensayo de Proctor (Anexo 6)
- Ensayos de corte directo (Anexo 7)
- Ensayos de California Bearing Ratio (CBR) (Anexo 8)

#### Validez del Instrumento

Según Tacillo (2016) la validez del instrumento consiste en comprender mejor los límites del conocimiento y las prácticas disciplinarias acumuladas en francés, es útil una revisión de la literatura científica. Se realizaron búsquedas sistemáticas en los resúmenes de las principales revistas generales de etnología y sociología, buscando títulos de artículos explícitos sobre nuestro tema o relacionados con la metodología de una manera más general.

Por lo expuesto anteriormente, será el **Juicio de Expertos** la validez del instrumento, se consultará a profesionales con experiencia que puedan dar una validez a las fichas técnicas presentadas, por ello en cada ficha técnica se incorporará la calificación de los profesionales antes mencionados. Nuestro propósito no cuestiona los orígenes de la atención prestada a las cuestiones de método que involucran las dinámicas que se generalizan en el cumplimiento de las normas específicas planteadas por nuestras autoridades..





Tabla 4. *Instrumento de recolección de datos*

Técnica	Instrumento	Tipo de Investigación
Observación experimental	Ensayos de Laboratorios	Experimental

Fuente: *Propia 2021*

### **3.5. Procedimiento**

En el proyecto de investigación se realizará el siguiente procedimiento:

#### **Etapa 01: Inspección de la zona de investigación**

Se realizará la inspección de la cuadra 1 a la cuadra 16 de la avenida Av. Antúnez de Mayolo en el distrito de los Olivos. Para verificar la adecuada elección del tramo de estudio (cdra. 3, cdra. 8, cdra. 13). Donde se comprobará que las zonas elegidas son las que presentan mayor deterioro por el tránsito de vehículos pesados.

#### **Etapa 02: Adquisición de materiales de refuerzo**

Se realizará la adquisición del Geotextil que son textiles permeables sintéticos en su gran mayoría resistentes a la tensión al punzonamiento y con excelentes propiedades Existen 2 tipos de Geotextiles, los tejidos y no tejidos, en este caso usaremos los no tejidos

#### **Etapa 03: Elaboración de calicatas y toma de muestras**

En cada punto de muestra se realizarán las calicatas para para saber la composición de las mismas

#### **Etapa 04: Ensayo de laboratorio**

En el laboratorio se realizarán las pruebas ya antes mencionadas a cargo de un ingeniero responsable y un técnico especializado en cada una de las áreas relacionadas en el campo. (MTC)

#### **Etapa 05: Datos para desarrollo de ficha**

Con los resultados obtenidos y la obtención de datos en las fichas se realiza un cuadro comparativo para definir la eficacia de cada malla, rentabilidad, durabilidad.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Tacillo (2016) el método de análisis de datos descriptivo se utiliza cuando la organización tiene un gran conjunto de datos sobre eventos pasados o sucesos históricos. Para que estos datos sean útiles.

Por ello esta investigación es de estadística descriptiva.

Las geomallas proporcionan interconexión de los agregados en la interfaz de la subrasante, siempre que los agregados se traben en la estructura de la cuadrícula que tenga suficiente rigidez y geometría. El entrelazamiento del agregado base y la geomalla es una función de la gradación y el ángulo del agregado y la geometría de la geomalla. Las geomallas están hechas de hilos multifilamento de poliéster de alto peso molecular y alta tenacidad. Los hilos se tejen en tensión en la dirección de la máquina y se terminan con un recubrimiento polimérico, las geomallas son de naturaleza polimérica con una resistencia a la tracción que varía de 100 a 220 KN, son biaxiales o uniaxiales en resistencia, es decir, son biaxiales cuando tienen mayor resistencia en ambos X , direcciones Y y uniaxiales cuando tienen mayor fuerza a lo largo de la dirección Y y menor fuerza a lo largo de la dirección X. La técnica de mejorar el suelo con geomalla aumenta la rigidez y la capacidad de carga del suelo.

### **3.7. Aspectos éticos**

La ética es la forma de analizar un compromiso con la reflexión basado en hacer lo correcto, manejando para ello, el cuidado teórico y las estrategias para el examen y la claridad de la teoría. En esta investigación se pondrá en actividad la obediencia, de este modo si nos enfocamos al ámbito académico, nos comprometemos en ser transparentes al colocar todo tipo de fuentes, sin omitir al autor y dar los créditos en la cual colocaríamos a través de referencias, sin tomar fuentes omitiendo las referencias. Además, que se te tienen que tener fuentes confiables que aseguren la veracidad del proyecto de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### Desarrollo del proyecto

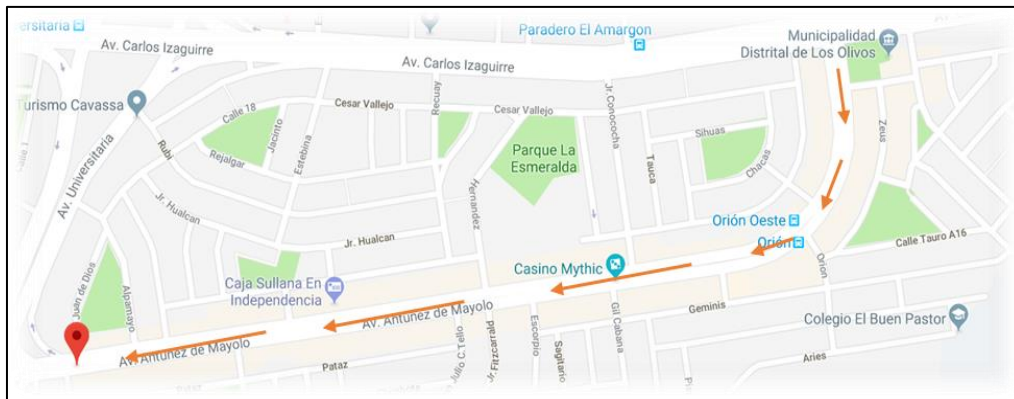
La vía por estudiar es la Av. Antúnez de Mayolo de la cdra. 1 – 16, sus características generales son las siguientes:

Longitud: 1700 m.

Ancho de calzada: 9.50 m

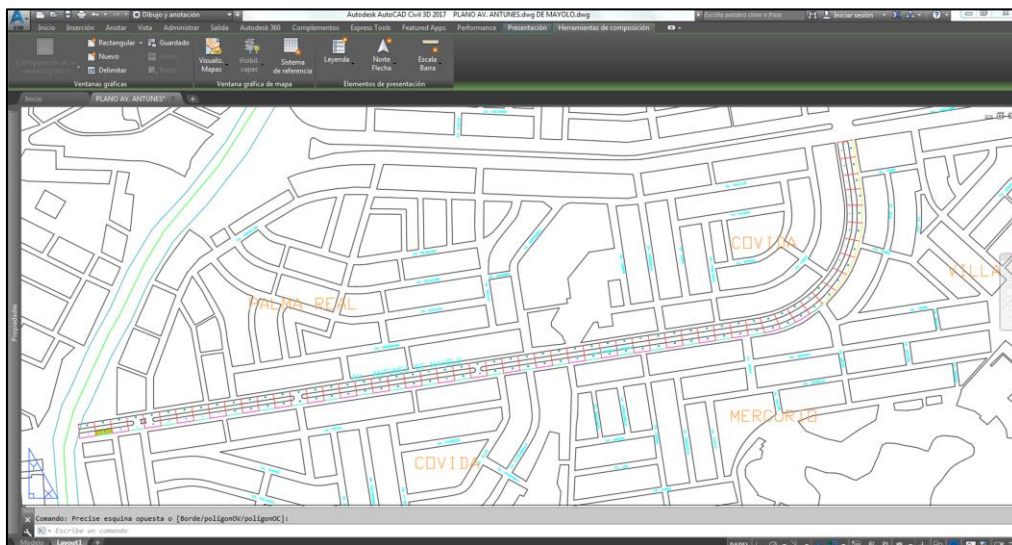
Dos sentidos con separador.

Figura 6: Tramo de estudio del proyecto



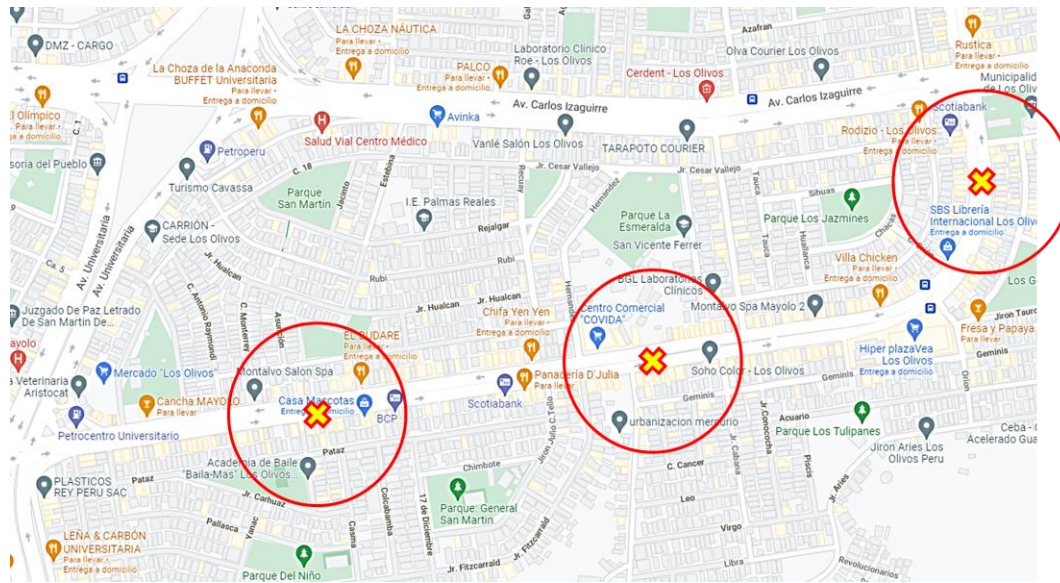
FUENTE: <https://www.google.com.pe/maps/place/Av.+Antunez+de+Mayolo/@-11.9937305,77>

Figura 7: Dibujo de la vía de estudio en el programa AutoCAD



FUENTE: Elaboración propia

Figura 8: Ubicación donde se realizará las calicatas



FUENTE: Elaboración propia

Figura 9. Ubicación de la calicata



FUENTE: Elaboración propia

## Geotextil

Los Geotextil fueron adquiridos en la empresa PLASTIC TECHNOLOGY DEL PERÚ SAC ubicado en Mz R Lt 34 Asociación de Propietarios de Pariachi 1º Etapa, Ate 15483, donde se adquirió 3 rollos de Geotextil con un costo de S/ 295.00 cada uno.

Figura 10: Rollo de Geotextil



FUENTE: <https://lihar.com.pe/geotextil-no-tejido/>

### **Geomalla:**

La Geomalla triaxial fue adquirida en la empresa GRUPO GEOFORT SAC ubicado en Calle 3 Mz Ñ1 Lote 1 Asoc. Industrial Asesor - ATE, con deposito en la Av. Casuarinas Chilca - Parcela II donde se adquirió 3 rollos de Geomalla triaxial con un costo de S/ 325.00 cada uno.

Figura 11: Rollo de Geomalla triaxial



FUENTE: <https://geofort.pe/producto/48-geomalla-uniaxial-biaxial-triaxial>

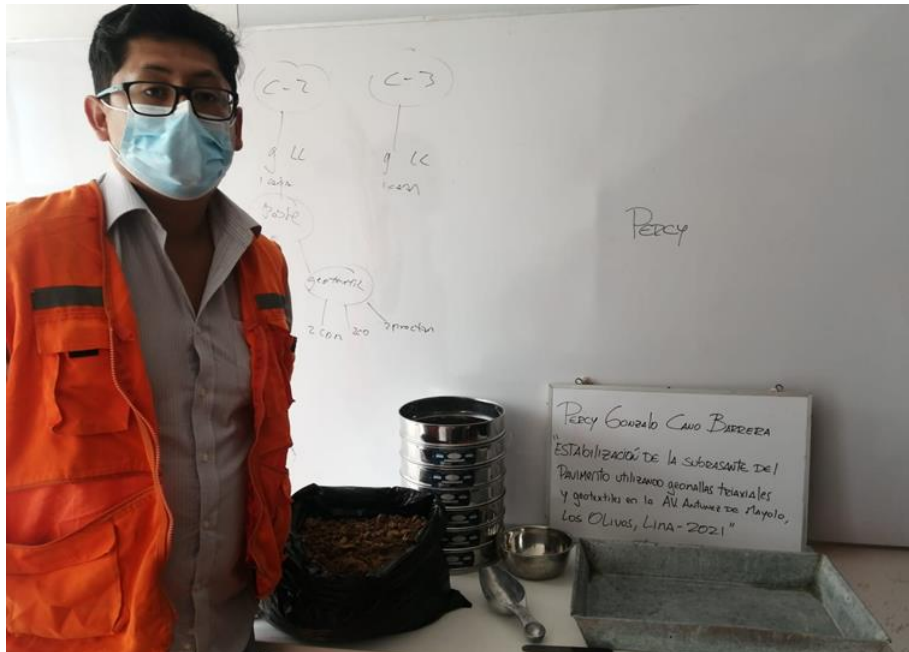


## PRIMERA ETAPA:

### Clasificación de suelos

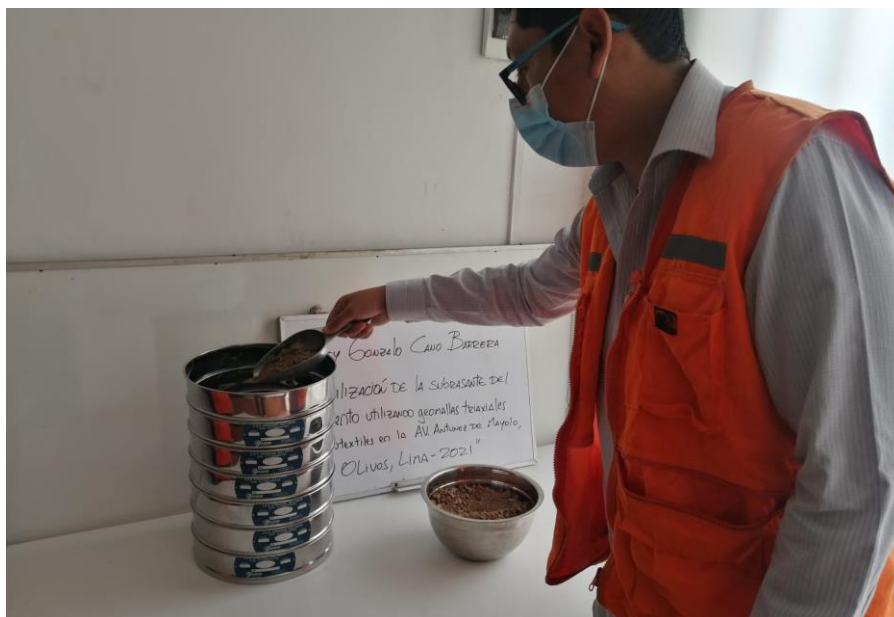
El Análisis Granulométrico se planteó según la normativa peruana y elaborada en un laboratorio certificado.

Figura 12. Clasificación de Suelos



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Clasificación de Suelos



Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Análisis Granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA		
	(mm)	C - 1, M - 1	C - 2, M - 2	C - 3, M - 3
3"	76.2	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.3	100.00	100.00	100.00
2"	50.8	98	92	93
1 1/2"	38.1	79	71	77
1"	25.4	72	63	62
3/4"	19	67	55	50
1/2"	12.5	55	49	43
3/8"	9.5	51	41	37
Nº 4	4.75	45	36	32
Nº 10	2	43	32	26
Nº 20	0.84	42	30	23
Nº 40	0.425	40	27	21
Nº 60	0.25	39	25	19
Nº 80	0.177	34	18	16
Nº 100	0.15	30	15	15
Nº 200	0.075	24	12	12
< Nº 200	FONDO	18	11	10

Fuente: elaboración propia

La comparación de puntajes promedio de grupos también está sujeta a otra fuente de error aleatorio, a saber, el error asociado con el muestreo de las personas que se someten a la prueba. Cuando se utiliza un instrumento de CVRS para realizar comparaciones entre grupos, las estimaciones de fiabilidad y la determinación de la significación estadística de las diferencias entre grupos deben tener en cuenta esta fuente adicional de error.

Tabla 6. Distribución Granulométrica

MUESTRA	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C - 1, M - 1	57	39	4
C - 2, M - 2	68	25	1
C - 3, M - 3	74	19	1

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la clasificación de suelos SUCS ASTM D - 2487 se determinó que el tipo de suelo es GP (Grava pobremente gradada con arena). Para las muestras llevadas.



Tabla 7. Límites de Atterberg

MUESTRA	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
C - 1, M - 1	37.88	23.87	14.01
C - 2, M - 2	36.46	23.49	12.97
C - 3, M - 3	39.59	24.30	15.29

Fuente: elaboración propia

### PROCTOR MODIFICADO RATIO DE SUELO NATURAL

Determinar la variación en los resultados del ensayo Proctor Modificado del suelo extraído de las calicatas realizadas en la Av. Antúnez de Mayolo del distrito de Los Olivos, Lima – 2021.

El promedio de grupos también está sujeta a otra fuente de error aleatorio, a saber, el error asociado con el muestreo de las personas que se someten a la prueba. Cuando se utiliza un instrumento de CVRS para realizar comparaciones entre grupos, las estimaciones de fiabilidad y la determinación de la significación estadística de las diferencias entre la muestra sin modificar dándonos los siguientes resultados.

Figura 14. Ensayo Proctor Modificado



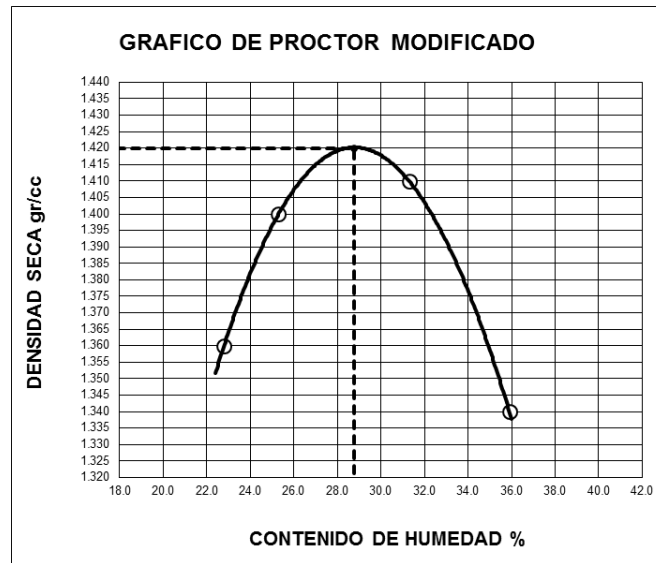
Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Datos Proctor Modificado M – 1.1, M – 2.1 y M – 3.1

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	O.C.H. (%)
M-1.1	1.42	28.75
M-2.1	1.45	27.57
M-3.1	1.46	23.15

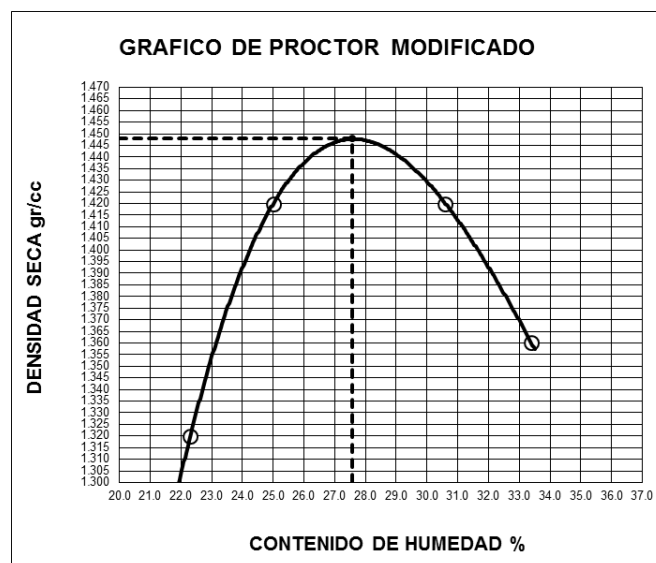
Fuente: elaboración propia

Gráfico 1. Gráfico Proctor modificado MDS (g/cm<sup>3</sup>) vs O.C.H. (%) M – 1.1



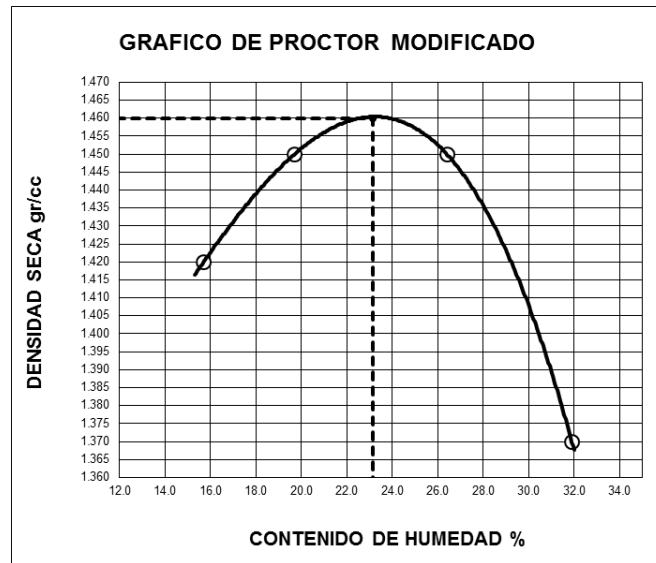
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Gráfico Proctor modificado MDS (g/cm<sup>3</sup>) vs O.C.H. (%) M – 2.1



Fuente: elaboración propia

Gráfico 3. Gráfico Proctor modificado MDS (g/cm<sup>3</sup>) vs O.C.H. (%) M – 3.1



Fuente: elaboración propia

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO DE SUELO NATURAL

Se procede a realizar el CBR del suelo natural de las 3 muestras conseguidas en la av. Antúnez de Mayolo, estos resultados se podrán visualizar a continuación.

**Para la muestra M – 1 se obtuvo los siguientes resultados:**

Tabla 9. Clasificación de penetración por número de golpes M – 1.2

N.º GOLPES	56	25	12
g/cc	1.54	1.66	1.75
0.100	21	18	30
0.200	45	42	51

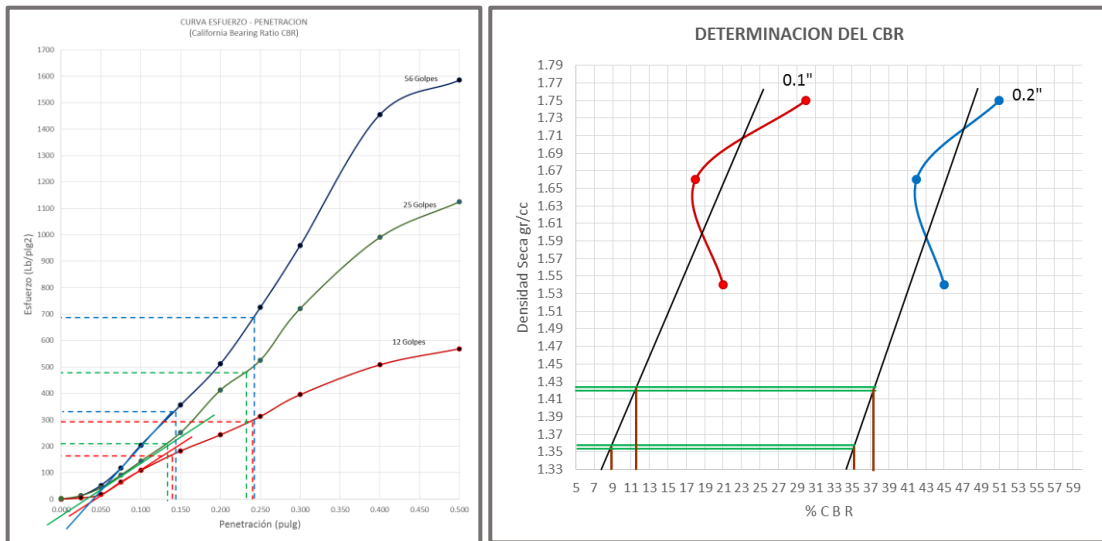
Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Valor de CBR para la muestra M – 1.2

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

Gráfico 4. Diagrama esfuerzo penetración para la muestra M – 1.2 y valor de CBR para penetración de 1" y 2".



Fuente: elaboración propia

**Para la muestra M – 2.2 se obtuvo los siguientes resultados:**

Tabla 11. Clasificación de penetración por número de golpes M – 2.2

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

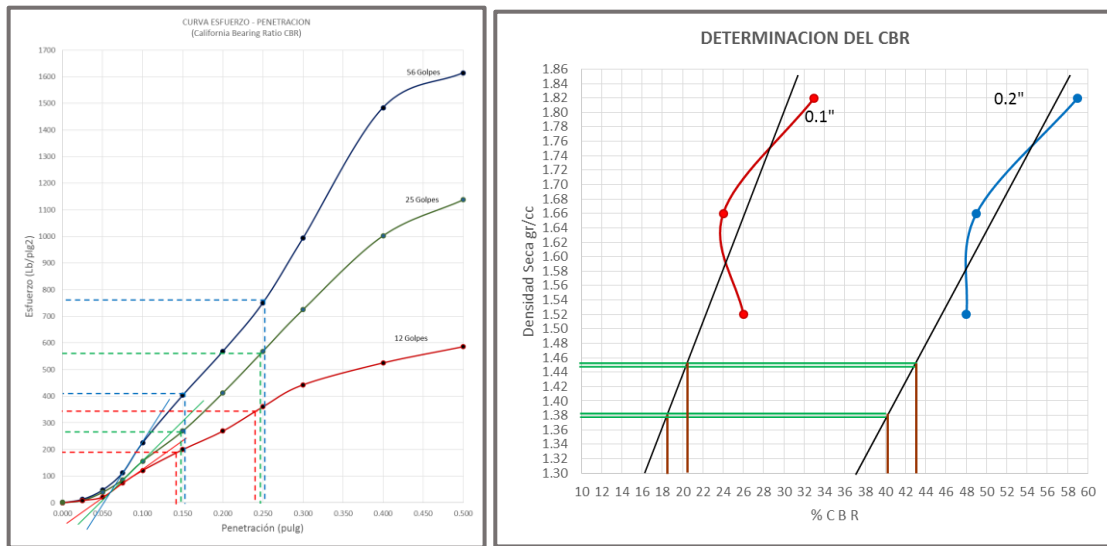
Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Valor de CBR para la muestra M – 2.2

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

Gráfico 5. Diagrama esfuerzo penetración para la muestra M – 2.2 y valor de CBR para penetración de 1" y 2".



Fuente: elaboración propia

**Para la muestra M – 3.2 se obtuvo los siguientes resultados:**

Tabla 13. Clasificación de penetración por número de golpes M – 3.2

N.º GOLPES	56	25	12
g/cc	1.48	1.61	1.70
0.100	29	24	39
0.200	52	48	62

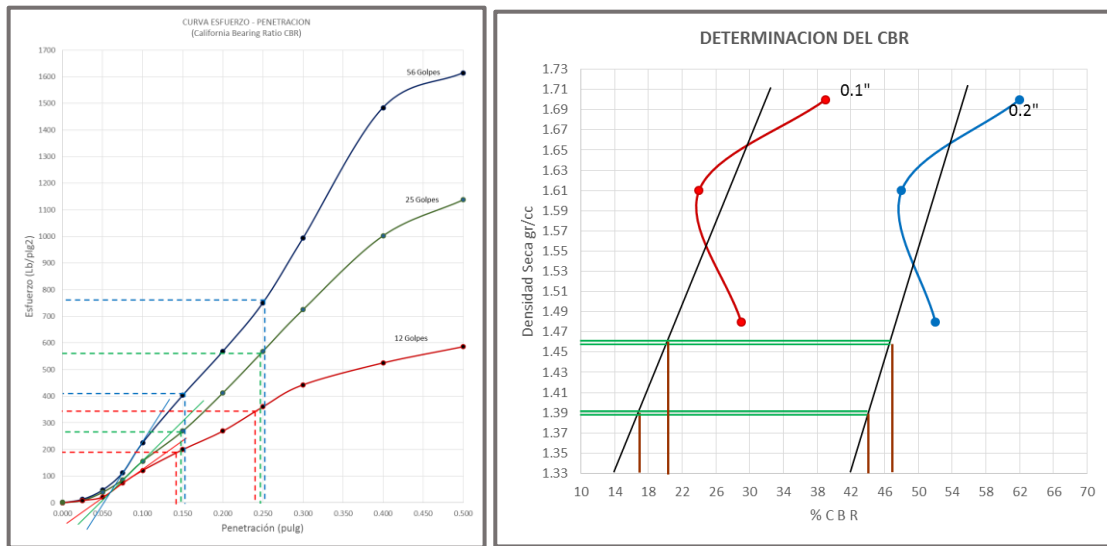
Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Valor de CBR para la muestra M – 3.2

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	20.37 %
CBR AL 95%	0.1"	=	17.21 %
CBR AL 100%	0.2"	=	46.67 %
CBR AL 95%	0.2"	=	44.27 %

Fuente: elaboración propia

Gráfico 6. Diagrama esfuerzo penetración para la muestra M – 3.2 y valor de CBR para penetración de 1” y 2”.



Fuente: elaboración propia

## SEGUNDA ETAPA:

Para esta etapa de este modo de la muestra M – 1 se dividirá en 6 muestras M A, M B, M C, M D, M E, y M F de las cuales las 3 primeras serán con adición de Geotextil y las 3 siguientes con geomalla triaxial. (más explicado)

## PROCTOR MODIFICADO RATIO DE SUELO NATURAL CON GEOTEXTIL

Determinar la variación en los resultados del ensayo Proctor Modificado del suelo extraído de las muestra con menor CBR obtenido de los ensayos de suelo natural realizadas en la Av. Antúnez de Mayolo del distrito de Los Olivos, Lima – 2021.

Se empleó el suelo natural con la incorporación de Geotextil, las cuales se muestran en la tabla 12 para la muestra sin modificar dándonos los siguientes resultados.

Tabla 15. Proctor Modificado M A 1.1, M B 1.1 y M C 1.1

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	O.C.H. (%)
M A 1.1 (C – 1 + GEOTEXTIL)	1.42	29.34
M B 1.1 (C – 1 + GEOTEXTIL)	1.42	28.92
M C 1.1 (C – 1 + GEOTEXTIL)	1.46	28.28

Fuente: elaboración propia

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO DE SUELO NATURAL CON GEOTEXTIL

Se procede a realizar el CBR del suelo natural de las 3 muestras (M A, M B y M C) extraídas de la muestra (M – 1).

Tabla 16. Valor de CBR en muestras (M A 1.2, M B 2.2 y M C 3.2) son muestras C - 1 + geotextil

CBR AL	PENETRA	VALORES DEL CBR		
		M A 1.2	M B 2.2	M B 3.2
100%	0.1"	43.62 %	43.76 %	47.35 %
95%	0.1"	41.76 %	42.48 %	43.45 %
100%	0.2"	63.38 %	63.38 %	67.86 %
95%	0.2"	61.02 %	61.02 %	62.34 %

Fuente: elaboración propia

## PROCTOR MODIFICADO RATIO DE SUELO NATURAL CON GEOMALLA TRIAXIAL

Determinar la variación en los resultados del ensayo Proctor Modificado del suelo extraído de las muestra con menor CBR obtenido de los ensayos de suelo natural realizadas en la Av. Antúnez de Mayolo del distrito de Los Olivos, Lima – 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 del suelo natural con la incorporación de geomalla triaxial, las cuales se muestran en la tabla 12 para la muestra sin modificar dándonos los siguientes resultados.

Tabla 17. Datos Proctor Modificado M D 1.1, M E 1.1 y M F 1.1

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	O.C.H. (%)
M D 1.1 (C – 1 + GEOMALLAS TRIAXIALES)	1.46	28.28
M E 1.1 (C – 1 + GEOMALLAS TRIAXIALES)	1.50	23.50
M F 1.1 (C – 1 + GEOMALLAS TRIAXIALES)	1.47	22.44

Fuente: elaboración propia

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO DE SUELO NATURAL CON GEOMALLAS TRIAXIALES

Se procede a realizar el CBR del suelo natural de las 3 muestras (M D 1.2, M E 2.2 y FC 3.2) extraídas de la muestra (M – 1).

Tabla 18. Valor de CBR para las muestras (M D 1.2, M E 2.2 y M F 3.2) son muestras C - 1 + geomallas triaxiales

CBR AL	PENETRA	VALORES DEL CBR		
		M D 1.2	M E 2.2	M F 3.2
100%	0.1"	47.35 %	51.12 %	52.92 %
95%	0.1"	43.45 %	47.86 %	47.81 %
100%	0.2"	67.86 %	70.64 %	71.93 %
95%	0.2"	62.34 %	66.92 %	66.37 %

Fuente: elaboración propia



## TERCERA ETAPA

### CORTE DIRECTOR

Se realiza el corte directo para determinar la capacidad portante del suelo natural y también se realizó el corte directo a las muestras de suelo (M – 1) conocidos como M A, M B, M C, M D, M E, y M F de las cuales las 3 primeras serán con adición de Geotextil y las 3 siguientes con geomalla triaxial

Para una deformación unitaria máxima de 15 % se encontraron los siguientes resultados para el suelo natural (M – 1).

Tabla 19. Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante

Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )
0.5	0.16
1	0.39
1.5	0.63

Fuente: elaboración propia

### ENSAYO CORTE DIRECTOR DE SUELO NATURAL CON GEOTEXTILES

Se procede a realizar el corte directo del suelo natural de las 3 muestras (M A, M B y M C) extraídas de la muestra (M – 1).

Tabla 20. Valor de corte directo para las muestras (M A 1.3, M B 1.3 y M C 1.3) con geotextiles

Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
	M A 1.3	M B 1.3	M C 1.3
0.5	0.17	0.18	0.20
1	0.41	0.43	0.44
1.5	0.67	0.71	0.70

Fuente: elaboración propia

## ENSAYO CORTE DIRECTOR DE SUELO NATURAL CON GEOMALLA TRIAXIAL

Se procede a realizar el corte director del suelo natural de las 3 muestras (M D, M E y M F) extraídas de la muestra (M – 1).

Tabla 21. Valor de corte director para las muestras (M D 1.3, M E 1.3 y M F 1.3) con geomalla triaxial.

Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
	M D 1.3	M E 1.3	M F 1.3
0.5	0.24	0.21	0.21
1	0.48	0.45	0.45
1.5	0.74	0.71	0.71

Fuente: elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

**Discusión general: El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.**

Se logró comprobar a través de los ensayos de laboratorio que el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo, aumentando la resistencia a la compactación, incrementando su capacidad portante y generando un CBR mucho mayor al inicial del suelo natural, cumpliendo con los parámetros especificados en las normas peruanas.

Como se observa en las discusiones específicas El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles, brindan que la subrasante mejore en sus propiedades mecánicas con lo cual el pavimento tendrá un buen soporte como base al aplicar estos dos tipos de elementos en te sus componentes.

**Discusión específica 1: El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la compactación de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.**

En la tabla 21 se observa que los resultados de la compactación de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo, se consiguió mantener casi igual la máxima densidad seca para al aplicar Geotextil, mientras que cuando se aplicó Geomalla Triaxial aumento la máxima densidad seca y con ello se logró conseguir un óptimo contenido de humedad mucho menor de ese modo permite mejorar la compactación ya que permite el drenado de la humedad en el suelo compactado. Estos resultados guardan concordancia con los resultados de Chamara (2018) Cuando se aplicó la geomalla, el contenido de humedad de la arcilla reforzada aumenta a un 26,36% siendo el contenido de humedad patrón de tan solo un 10,24%, consiguiendo al mismo tiempo un aumento de la máxima densidad seca, la cual era antes de la aplicación e la geomalla 21.25 % y con la geomalla logra hasta un 32.24 % donde en sus resultados menciona que la geomalla permitió la filtración de agua con lo cual no deajo que el agua se acumule

en un solo espacio con lo cual dejo que se mantenga el mismo contenido de humedad optimo del suelo natural.

**Tabla 22.** Cuadro resumen de Proctor modificado.

PROCTOR MODIFICADO	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	O.C.H. (%)
M-1	1.46	26.49
(M-1) + GEOTEXTIL	1.43	28.85
(M-1) + GEOMALLA TRIAXIAL	1.48	24.74

Fuente: Propia

**Discusión específica 2: El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la capacidad portante de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.**

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio muestran que al aplicar el geotextil en la subrasante el esfuerzo cortante del suelo aumenta a un 0.69 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la Geomallas Triaxiales llega a mejorar hasta un 0.72 kg/cm<sup>2</sup>, de este modo se puede demostrar que en ambos casos tanto el geotextil como la Geomallas Triaxiales, mejoran la capacidad portante del suelo.

Estas mejoras de la capacidad portante de la subrasante del pavimento flexible a través del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles, guardan similitud con la investigación de Chamara (2018), la transmisión de presión a la subrasante se redujo significativamente mediante la geomalla compuesta en la interfaz. También se logró aumentar la resistencia al corte de la muestra de 0.12 kg/cm<sup>2</sup> a 1.09 kg/cm<sup>2</sup> de este modo el uso de la geomalla distribuyo la carga por toda la zona que ocupa la misma aumentando su capacidad de soporte de la subrasante del pavimento flexible.

**Tabla 23.** Cuadro resumen de esfuerzo Cortante.

Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
	SUELO NATURAL	GEOTEXTILES	GEOMALLA TRIALXIAL
0.5	0.16	0.18	0.22
1	0.39	0.43	0.46
1.5	0.63	0.69	0.72

Fuente: Propia

**Discusión específica 3: El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora el índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.**

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio muestran un aumento en el índice de CBR de a subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo, al incorporarle el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles, el CBR aumento a 42.56% y 46.37% respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar la Geomallas Triaxiales y Geotextiles en un CBR de 8.87% con lo cual se puede demostrar que el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora el índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.

Estos resultados guardan relación con la investigación de Anyaipoma (2019) donde sus resultados mostraron que CBR aumenta con el refuerzo y alcanzan el valor más alto cuando la geomalla se coloca a una profundidad entre 72 y 76% desde la parte superior de la muestra, alcanzando un CBR de 63.25 % estando inicialmente antes de aplicar la geomalla en un 21.32 %.

**Tabla 24.** Cuadro resumen de CBR.

VALORES DEL CBR				
Penetración		SUELO NATURAL	GEOTEXTILES	GEOMALLA TRIAXIAL
CBR AL 100%	0.1"	11.36%	44.91%	50.46%
CBR AL 95%	0.1"	8.87%	42.56%	46.37%
CBR AL 100%	0.2"	37.11%	64.87%	70.14%
CBR AL 95%	0.2"	35.08%	61.46%	65.21%

Fuente: Propia

## **VI. Conclusiones:**

### **Conclusión general**

Se concluyó en esta investigación que para la caracterización de suelos de subrasante estabilizados y no estabilizados, solo se pueden realizar ensayos de deformación permanente (sin necesidad de ensayos de módulo resiliente), a partir de los cuales se pueden obtener los datos e información necesarios sobre el módulo resiliente y la deformación permanente.

### **Conclusiones específicos**

Se puede utilizar una prueba de resistencia a la compresión no confinada (UCS) para determinar la resistencia a la compresión de suelos estabilizados y no estabilizados. Además de esto, la prueba se usa para encontrar el módulo de elasticidad aplicando dos ciclos de descarga y carga y luego se promedia la línea recta trazada a través de estos dos ciclos.

El efecto de los diferentes estados de tensión y el historial de tensión se puede cuantificar usando solo una prueba de deformación permanente de múltiples etapas. El módulo resiliente del suelo en un rango de combinaciones de tensión se puede determinar correspondientemente.

Es razonable para fines prácticos utilizar los modelos que relacionan el módulo resiliente con el grado de saturación de suelos no saturados para predecir los cambios en el módulo resiliente con cambios en el contenido de humedad. Por lo tanto, se puede decir que el contenido de arcilla afecta la tasa de cambio del valor del módulo resiliente de manera diferente según el grado de saturación.

Las pruebas de deformación permanente después de los ciclos de humectación y secado en esta investigación contribuyeron significativamente a comprender las condiciones de los suelos de subrasante estabilizados expuestos a la intemperie. Es a partir de estas pruebas que se puede seleccionar el contenido de estabilizador correcto para un diseño de subrasante robusto.

## **VII. Recomendaciones:**

A partir de la revisión de los artículos publicados en bases de datos, se pueden extraer las siguientes conclusiones, así como identificar futuros campos de investigación y desafíos que se deben revisar para lograr la implementación de la tecnología de activación alcalina en los procesos de estabilización de suelos:

Los estudios sobre la aplicación de ligantes alcalinos activados en procesos de estabilización de suelos han ido aumentando notablemente con el tiempo, particularmente debido a la posibilidad de utilizar algunos residuos o subproductos como precursores de ligantes, minimizando el consumo de recursos naturales y contribuyendo a disminuir consumo de energía. Sin embargo, algunos de los residuos estudiados hasta el momento no tienen la calidad, cantidad y homogeneidad suficientes para su uso masivo en todos los países, lo que implica que se deben identificar fuentes locales viables de precursores que, cumpliendo criterios de calidad, permitan la implementación de la tecnología. Por ejemplo, el uso de residuos cerámicos o de construcción y demolición y puzolanas volcánicas, materiales que han demostrado ser excelentes precursores de ligantes alcalinos para otro tipo de usos,

Asimismo, cabe destacar la posibilidad de combinar los tipos de estabilización química convencionales con la alternativa de activación alcalina. De existir sinergia entre estos, su aplicación contribuiría a reducir el consumo de cemento y cal, lo que generaría menores impactos ambientales y probablemente menores costos. Esta es, por tanto, una línea necesaria de investigación futura.

- Del análisis de los resultados obtenidos en los diferentes estudios, en general, la tecnología de activación alcalina es viable como método alternativo en la estabilización de suelos, aunque aún existen una serie de retos que deben superarse para su implementación. Entre los retos a abordar se encuentran los siguientes: el desarrollo de activadores alternativos con menores impactos ambientales en su producción; estudios de durabilidad a largo plazo de suelos activados alcalinamente; y la validación de resultados de investigación con pruebas de campo.

## REFERENCIAS



Sun, Xiaohui. Radial stresses and resilient deformations of geogrid-stabilized unpaved roads under cyclic plate loading tests. *Revista Matéria* [en línea]. 43 (5), páginas 440-449, octubre 2015 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2015.04.018> ISSN: 1517-7076

Anyaipoma, Mirkareny. Geomalla como reforzamiento en la reducción del espesor y mejoramiento de la resistencia de pavimentos flexibles, en el Km. 24 Puente Capelo-Chanchamayo, 2019. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 155 pp.

Chamara, Gunasekara. Pavement model tests to investigate the effects of geogrid as subgrade reinforcement. *Queensland University of Technology* [en línea]. 12 (1), páginas 1-8, noviembre de 2018 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en <https://eprints.qut.edu.au/122993/>

Chairperson, Jie. Resilient behavior and permanent deformations of triaxial geogrid stabilized bases over weak subgrade. Tesis (doctora en filosofía). Kansas: Universidad de Kansas, Facultad de Posgrado de Ingeniería Civil, 2015. 243 pp.

Cuelho, Eli. Properties of concrete manufactured with use of ceramic sanitary ware waste as aggregate. *Revista Matéria* [en línea]. 10, páginas 22-34, marzo 2017 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2016.10.002> ISSN: 1517-7076

Almeida, Diego [et al]. Properties of concrete manufactured with use of ceramic sanitary ware waste as aggregate. *Revista Matéria* [en línea]. 24 (02), enero 2018 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762019000200310&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762019000200310&script=sci_arttext) ISSN: 1517-7076

Bhargav, Mayank. Experimental Investigation to Substitute of Cement with Ceramic Tiles Powder in Concrete. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)* [en línea]. 8 (IX), Sep 2020 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en <https://www.ijraset.com/fileserve.php?FID=31363> ISSN: 2321-9653

Carrillo Dhawale. Análisis de la resistencia a la comprensión del concreto al adicionar fibras de polipropileno en un 3%, 4 % y 5 % respecto al peso de la mezcla. *International Journal of Engineering Research and General Science* [online]. 4 (4): July - August, 2018, Pages 372-379. [Date of consultation: 21 de October 2019]. Available in <https://www.sciencedirect.com/scienticle/p209117?> ISSN: 2091-2730

Dharan, Divya. Study the effect of polypropylene fiber in concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. 03 (06), june 2016 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en <https://www.irjet.net/archives/V3/I6/IRJET-V3I6115.pdf> ISSN: 2395-0056

Jauregui, Leonor. Evaluación de las propiedades del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de polipropileno y plumas de ave, Lima 2019. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 157 pp.

Katzer, Jacek. Influence of Varied Waste Ceramic Fillers on the Resistance of Concrete to Freeze–Thaw Cycles. *Journal (MDPI)* [en línea]. 14 (3), January 2021 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/3/624> ISSN: 1996-1944

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.

Nkem, Anthony. Optimal Polypropylene Fiber Content for Improved Compressive and Flexural Strength of Concrete. *Journal of Mechanical and Civil*

Engineering [en línea]. 11 (03); 129-135, mayo junio 2014 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/79124447.pdf> ISSN: 2278-1684

NTE-070. 2006. Norma Técnica de Edificaciones E-070. Albañilería. Lima: s.n., 2006. Disponible en <https://www.gob.pe/ntp>

NTE-A 020. 2006. Norma Técnica de Edificaciones. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006. Disponible en <https://www.gob.pe/ntp>

NTP-060. 2009. Norma Técnica de Edificaciones E-060. Concreto Armado. Lima: s.n., 2009.

NTP 339.034 y ASTM C-39. 2008(2013). Ensayo de compresión de probetas cilíndricas de concreto. Lima. : Norma tecnica Peruana., 2008(2013).

NTP 339.078, ASTM C-78 y ASTM C-293. 2012. Metodo de ensayo normalizado de resistencia a la flexión. Lima: Norma técnica Peruana, 2012.

NTP 339.084 y ASTM C-496. 2012. Metodo de ensayo normalizado de tracción simple por compresión diametral. Lima: Norma Tecnica Peruana, 2012.

Prakash, Gupta. A Study on Properties of Concrete Containing Ceramic Waste Powder with Steel Fiber. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. 07 (08), Aug 2020 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en <https://www.irjet.net/archives/V7/i8/IRJET-V7I8283.pdf> ISSN: 2395-0056

Ramujee, Kolli. Strength properties of polypropylene fiber reinforced concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* [en línea]. 2 (8), August 2015 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en <https://www.academia.edu/download/47209456/5> ISSN: 2319-8753

Ramos Fernández, Porfirio. Mejoramiento de suelo arcilloso nivel subrasante aplicando geomalla triaxial 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>

Rebosov Nicolás. Estudio dem las diferentes dosificaciones del concreto en los ensayos de laboratorio, Lima 2015. Tesis (Magister en Ingeniería). México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. 2015. 308 pp.

Singh, Simratpal. Comparative Study of Partial Replacement of Cement with Ceramic Waste Along with Addition of Polypropylene Fiber. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* [en línea]. 8 (1), January 2019 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en <https://www.ijert.org/comparative-study-of-partial-replacement-of-cement-with-ceramic-waste-along-with-addition-of-polypropylene-fiber> ISSN: 2278-0181

Tacillo Yauli, Elvis Fernando. Metodología de la investigación científica. Libro. UJBM-Institucional: Universidad Jaime Bausate y Meza. 2016. 102 pp.

Zhang, Peng y Yang, Yonghui. *Mechanical Properties and Durability of Polypropylene and Steel Fiber-Reinforced Recycled Aggregates Concrete (FRRAC)*. *Sustainability (MDPI)* [en línea]. November 2020 [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/346991620\\_Mechanical\\_Properties\\_and\\_Durability\\_of\\_Polypropylene\\_and\\_Steel\\_Fiber-Reinforced\\_Recycled\\_Aggregates\\_Concrete\\_FRRAC\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/346991620_Mechanical_Properties_and_Durability_of_Polypropylene_and_Steel_Fiber-Reinforced_Recycled_Aggregates_Concrete_FRRAC_A_Review) ISSN: 2319-8753

## **ANEXOS**

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: "Estabilización de la subrasante del pavimento flexible utilizando Geomallas Triaxiales y Geotextiles, Av. Antúnez de Mayolo, Lima 2021"**

Autor: Cano Barrera, Percy Gonzalo

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente (X): geotextil y Geomallas Triaxiales	Separación	* Tamaño de abertura aparente * Elongación	Ficha de recopilación de datos de ensayo	
¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo?	Determinar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo.	El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la estabilización de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo			Refuerzo		* Resistencia al punzonamiento * Resistencia a la tensión * Resistencia al estallido
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:			Filtración		* Permeabilidad * Abertura de poros geotextiles * Espesor de Geotextil
¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo?	Evaluar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo	El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo			Dependiente (Y): Estabilización de la subrasante del pavimento flexible		Propiedades mecánicas
¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la resistencia al corte de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo?	Evaluar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en la resistencia al corte de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo	El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora la resistencia al corte de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo	Resistencia al corte (kg/cm2)	Ensayos de corte directo			
¿Cómo influye el uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo?	Evaluar la influencia del uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles en índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo	El uso de Geomallas Triaxiales y Geotextiles mejora el índice de CBR de la subrasante del pavimento flexible de la Av. Antúnez de Mayolo	ÍNDICE DE CBR (%)	Ensayos de California Bearing Ratio (CBR)			

## Anexo 2: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X): Geotextil y Geomallas Triaxiales	Chicas (2015) El uso de los geotextiles tiene mucha importancia para el diseño y la construcción de todo tipo de obras en ingeniería, cuya principal función es de separación y esfuerzo en la estructura del pavimento (pág. 8)  Tensor (2013) Son elementos elaborados a partir de láminas de resinas selectas de polipropileno, perforadas y estiradas uniformemente en tres direcciones. (pág. 21)	El Geotextil y la Geomallas Triaxiales serán aplicados a una muestra de suelo de la av. Antúnez de Mayolo para poder evaluar su comportamiento ante diversos ensayos y poder determinar sus beneficios y diferencias	Separación	* Tamaño de abertura aparente * Elongación	RAZÓN
			Refuerzo	* Resistencia al punzonamiento * Resistencia a la tensión * Resistencia al estallido	
			Filtración	* Permeabilidad * Abertura de poros geotextiles * Espesor de Geotextil	
Dependiente (Y): Estabilización de la subrasante del pavimento flexible	MTC (2003) Parte superior del Terreno de fundación tratado in situ. De la calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento. (pág. 86)  Ramos (2014) menciona: La estabilización de subrasante es una parte esencial en el diseño de pavimentos, el cual sirve como soporte de las estructura del pavimento. Para el diseño se tendrá que sectorizar y evaluar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. (pág. 20)	Este proyecto de investigación tiene como proceso de realizar los estudios respectivos por medio de ensayos granulométricos, CBR, Limite de Atterbeg. Se realizan de acuerdo a los tipos de suelos, características físicas y propiedades mecánicas.	Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca (gr/cm3)	RAZÓN
				Capacidad portante (kg/cm2)	RAZÓN
				ÍNDICE DE CBR (%)	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia



# Anexo 3: Estudio de mecánica de suelos



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima

**REFERENCIA** : Calicata - 1      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

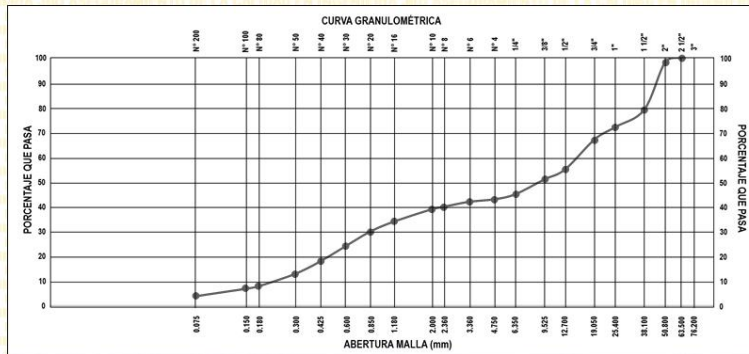
### MÉTODO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO POR TAMIZADO (ASTM D 422-63 - 2002)

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	2	2	98
1 1/2"	38.100	19	21	79
1"	25.400	7	28	72
3/4"	19.050	5	33	67
1/2"	12.700	12	45	55
3/8"	9.525	4	49	51
1/4"	6.350	6	55	45
N° 4	4.750	2	57	43
N° 6	3.360	1	58	42
N° 8	2.360	2	60	40
N° 10	2.000	1	61	39
N° 16	1.180	5	66	34
N° 20	0.850	4	70	30
N° 30	0.600	6	76	24
N° 40	0.425	6	82	18
N° 50	0.300	5	87	13
N° 80	0.180	5	92	8
N° 100	0.150	1	93	7
N° 200	0.075	3	96	4
-200	ASTM D 1140-00	4	100	0

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido (%)	ASTM D 4318-05	:	38
Limite plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	24
Índice plástico (%)	ASTM D 4318-05	:	14
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05	:	GP
Clasificación AASHTO	ASTM D 3282	:	A-1-a (0)
ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"			
Grava (Ret. N° 4)	:	57 %	
Arena	:	39 %	
Fino (Pas. N° 200)	:	4 %	
Descripción de la muestra:	Grava pobremente gradada con arena		

#### OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por personal de JBO INGENIEROS SAC.
- Calicat 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 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-12

Rev.: MMF.

Fecha de emisión : Lima, 14 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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayo, Los Olivos, Lima - 2021.

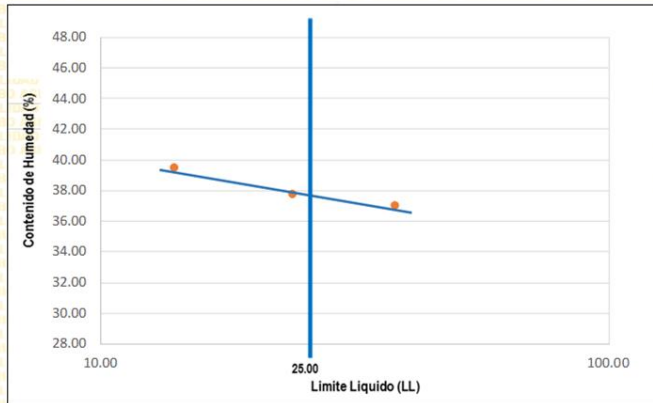
**DIRECCIÓN** : Ate, Lima

**REFERENCIA** : Calicata - 1      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 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)	27.88	27.97	29.11			33.34	38.88			
Peso del suelo seco + Tara (g)	25.98	26.07	26.87			30.92	35.22			
Peso de Tara (g)	20.86	21.05	21.20			20.95	20.90			
Peso de agua (g)	1.90	1.90	2.24			2.42	3.36			
Peso del suelo seco (g)	5.12	5.02	5.67			9.97	14.32			
Contenido de Humedad (g)	37.11	37.85	39.51			24.27	23.46			
Número de golpes	35	24	17							
Limite Líquido (LL)	37.88					Limite Plástico (LP)				
	23.87					Índice de Plasticidad (IP)				
	14.01					SUCS				
	GP									



- 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 on soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



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

Tec.: E.E.A      Fecha de emisión : Lima, 14 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@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : Calicata - 2      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

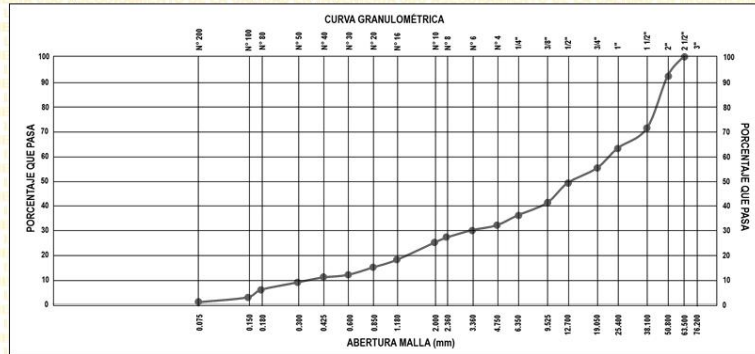
**MÉTODO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO POR TAMIZADO (ASTM D 422-63 - 2002)**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO			
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%) PASA (%)
3"	76.200	0.00	0.00 100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00 100.00
2"	50.800	8	8 92
1 1/2"	38.100	21	29 71
1"	25.400	8	37 63
3/4"	19.050	8	45 55
1/2"	12.700	6	51 49
3/8"	9.525	8	59 41
1/4"	6.350	5	64 36
N° 4	4.750	4	68 32
N° 6	3.360	2	70 30
N° 8	2.360	3	73 27
N° 10	2.000	2	75 25
N° 16	1.180	7	82 18
N° 20	0.850	3	85 15
N° 30	0.600	3	88 12
N° 40	0.425	1	89 11
N° 50	0.300	2	91 9
N° 80	0.180	3	94 6
N° 100	0.150	3	97 3
N° 200	0.075	2	99 1
-200	ASTM D 1140-00	1	100 0

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido (%)	ASTMD 4318-05	:	36
Limite plástico (%)	ASTMD 4318-05	:	23
Índice plástico (%)	ASTMD 4318-05	:	13
Clasificación SUCS	ASTMD 2487-05	:	GP
Clasificación AASHTO	ASTMD 3282	:	A-1-a (0)
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"			
Grava (Ret. N° 4)	:	68 %	
Arena	:	25 %	
Fino (Pas. N° 200)	:	1 %	

Descripción de la muestra: Grava pobremente gradada con arena

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



- REFERENCIA:**
- ASTMD 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
  - ASTMD 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
  - ASTMD 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
  - ASTMD 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
  - ASTMD 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



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

Fecha de emisión : Lima, 14 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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayo, Los Olivos, Lima - 2021.

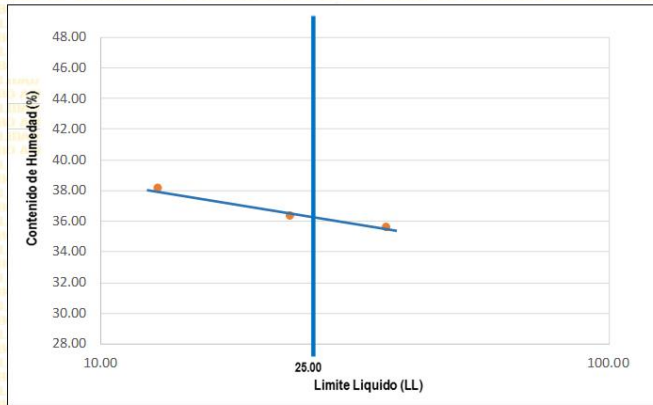
**DIRECCIÓN** : Ate, Lima

**REFERENCIA** : Calicata - 2      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
Ensayo N°															
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	27.99	28.08	29.22			33.45	38.69							
Peso del suelo seco + Tara	(g)	26.08	26.17	26.97			31.02	35.32							
Peso de Tara	(g)	20.73	20.92	21.07			20.82	20.77							
Peso de agua	(g)	1.91	1.91	2.25			2.43	3.37							
Peso del suelo seco	(g)	5.35	5.25	5.90			10.20	14.55							
Contenido de Humedad	(g)	35.70	36.38	38.14			23.82	23.16							
Número de golpes		35	24	17											
Limite Líquido (LL)		36.46					Limite Plástico (LP)					Índice de Plasticidad (IP)		SUCS	
							23.49					12.97		GP	



- 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.



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

Tec.: E.E.A      Fecha de emisión : Lima, 14 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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

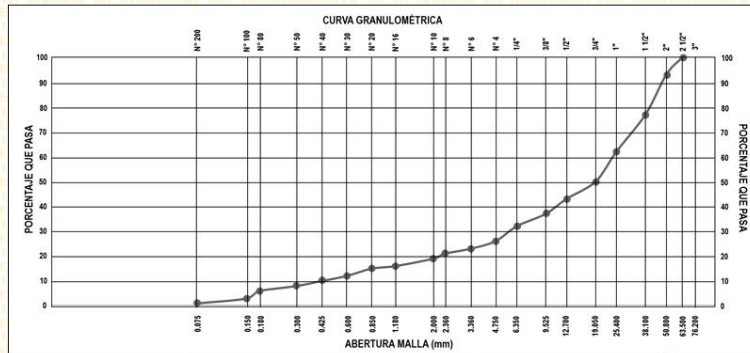
**DIRECCIÓN** : Ate, Lima

**REFERENCIA** : Calicata - 3 **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO					CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
MALLAS		RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASA (%)		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	(%)	(%)	(%)		
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	Limite líquido (%)	ASTM D 4318-05 : 40
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	Limite plástico (%)	ASTM D 4318-05 : 24
Z"	50.800	7	7	93	Índice plástico (%)	ASTM D 4318-05 : 15
1 1/2"	38.100	16	23	77	Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05 : GP
1"	25.400	15	38	62	Clasificación AASHTO	ASTM D 3282 : A-1-a (0)
3/4"	19.050	12	50	50	ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
1/2"	12.700	7	57	43	Grava (Ret. N° 4)	: 74 %
3/8"	9.525	6	63	37	Arena	: 19 %
1/4"	6.350	5	68	32	Fino (Pas. N° 200)	: 1 %
N° 4	4.750	6	74	26	Descripción de la muestra: Grava pobremente gradada con arena	
N° 6	3.360	3	77	23	<b>OBSERVACIONES</b>	
N° 8	2.360	2	79	21	- Muestra tomada e identificada por personal de JBO INGENIEROS SAC.	
N° 10	2.000	2	81	19	- Calicata M- 3	
N° 16	1.180	3	84	16	- Cantidad: 25 Kg. Aprox.	
N° 20	0.850	1	85	15		
N° 30	0.600	3	88	12		
N° 40	0.425	2	90	10		
N° 50	0.300	2	92	8		
N° 80	0.180	2	94	6		
N° 100	0.150	3	97	3		
N° 200	0.075	2	99	1		
-200	ASTM D 1140-00	1	100	0		



- 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 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by oven-drying.
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec.: EEA

Fecha de emisión : Lima, 14 de octubre del 2021

Rev.: MMF

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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

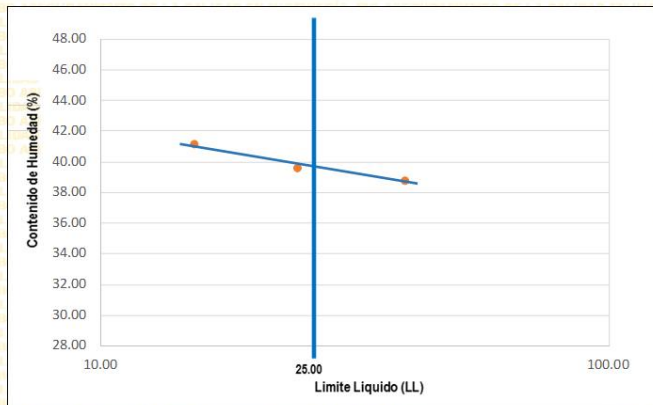
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : Calicata - 3 **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

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

Ensayo N°	DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
	Peso del suelo húmedo + Tara (g)	27.77	27.86	29.00			33.23	38.47				
	Peso del suelo seco + Tara (g)	25.88	25.97	26.77			30.82	35.12				
	Peso de Tara (g)	21.01	21.20	21.35			21.10	21.05				
	Peso de agua (g)	1.89	1.89	2.23			2.41	3.35				
	Peso del suelo seco (g)	4.87	4.77	5.42			9.72	14.07				
	Contenido de Humedad (g)	38.81	39.62	41.14			24.79	23.81				
	Número de golpes	35	24	17								
Limite Liquido (LL)		Limite Plástico (LP)					Índice de Plasticidad (IP)					SUCS
39.59		24.30					15.29					GP



- 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**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 176318

Tec: EEA Fecha de emisión : Lima, 14 de octubre del 2021

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



# Proctor modificado suelo natural



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

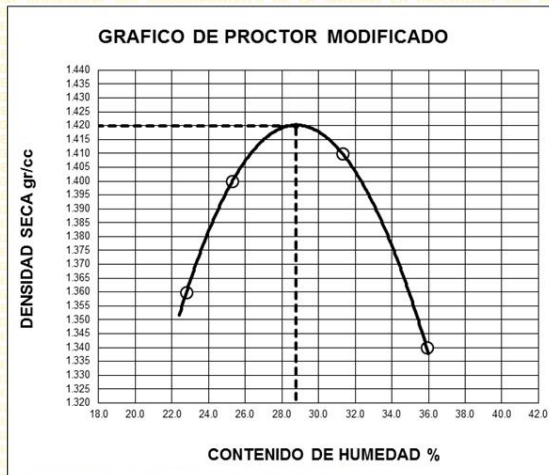
**DIRECCIÓN** : Ate, Lima

**REFERENCIA** : Calicata M - 1      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 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	10,099	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	8.76	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 <b>1.42</b> gr/cm <sup>3</sup>	Conten. humedad óptima <b>28.75</b> %
---	---

- 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 4318-05 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.



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

Tec: E.E.A      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 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

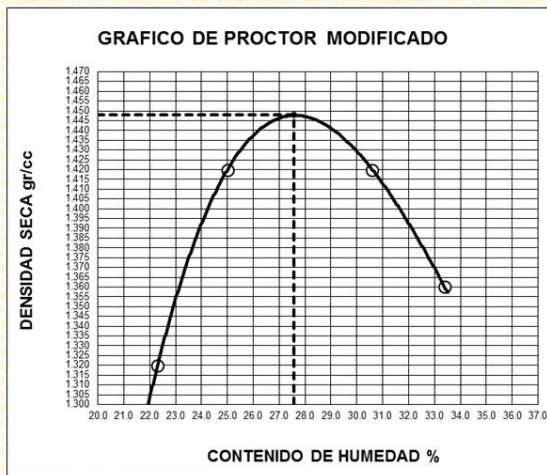
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**REFERENCIA** : Calicata M - 2 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 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	



<b>Max. densidad seca</b>	<b>Conten. humedad óptima</b>
<b>1.45 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>27.57 %</b>

- 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 4318-05 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.
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 20 de octubre del 2021

Rev.: MMF

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

*Marcos 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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

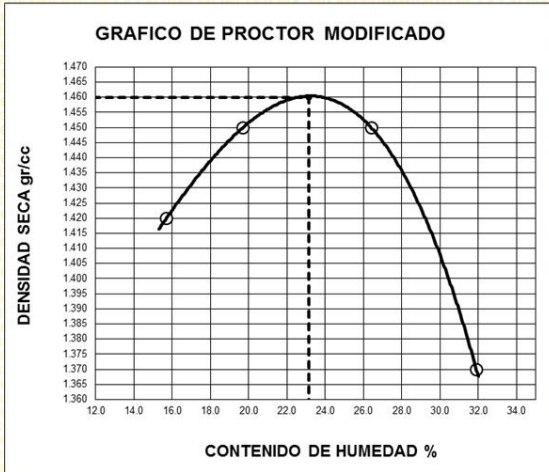
**DIRECCIÓN** : Ate, Lima

**REFERENCIA** : Calicata M - 3 **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO M - 3  
 (ASTM D 1557)**

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.065	10.179	9.694	9.864	
PESO MOLDE	6.240	6.395	6.264	6.240	
PESO SUELO COMPACTADO	3.825	3.783	3.429	3.624	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.087	2.087	2.087	2.087	
DENSIDAD HUMEDA	1.83	1.81	1.64	1.74	
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	54.57	58.24	63.14	64.40	
SUELO SECO + RECIPIENTE	49.02	51.15	58.21	58.4	
PESO RECIPIENTE	28.02	28.89	26.81	28.02	
PESO DE AGUA	5.55	7.09	4.93	6.00	
PESO DE SUELO SECO	21.00	22.26	31.40	30.38	
CONTENIDO DE HUMEDAD	26.40	31.90	15.70	19.70	
DENSIDAD SECA	1.45	1.37	1.42	1.45	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
<b>1.46 gr/cm3</b>	<b>23.15 %</b>

- 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 4318-05 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

Fecha de emisión: Lima, 20 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



# CBR suelo natural



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

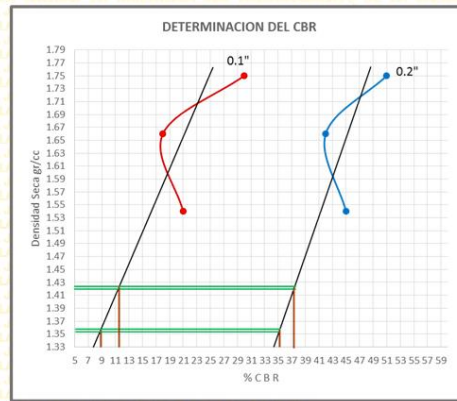
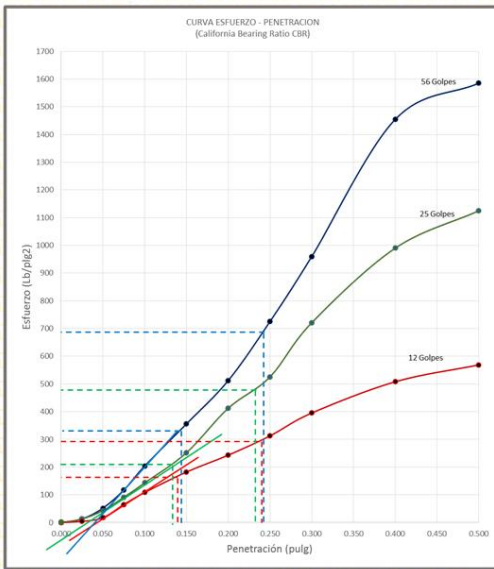
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : Calicata M - 1      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 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.: E.E.A

Rev.: M.M.F



Fecha de emisión: Lima, 20 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 Valladoid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

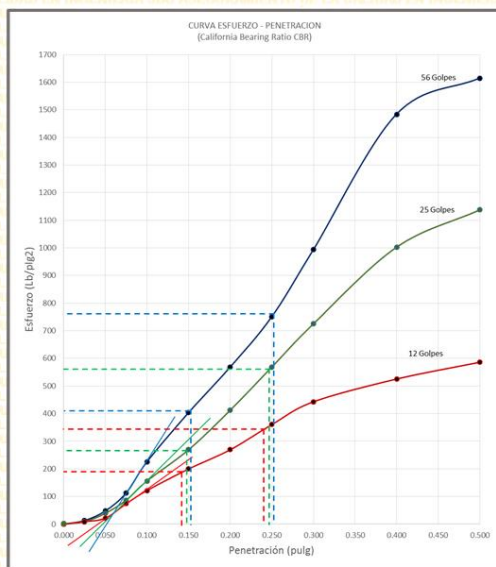
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : Calicata M - 2 **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

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



	56	25	12
Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.52	1.66	1.82
0.100	26	24	33
0.200	48	49	59

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 %

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión: Lima, 20 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° 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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

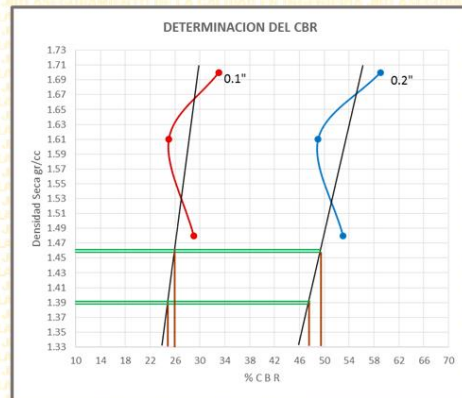
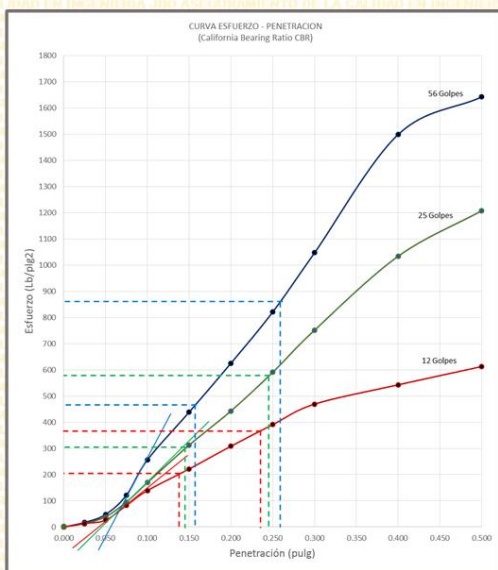
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : Calicata M - 3 **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO M - 3  
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.48	1.61	1.70
0.100	29	24	39
0.200	52	48	62

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	20.37 %
CBR AL 95%	0.1"	=	17.21 %
CBR AL 100%	0.2"	=	46.67 %
CBR AL 95%	0.2"	=	44.27 %

Tec. E.E.A



Fecha de emisión: Lima, 20 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° 178318



# Proctor modificado suelo natural con geotextil



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

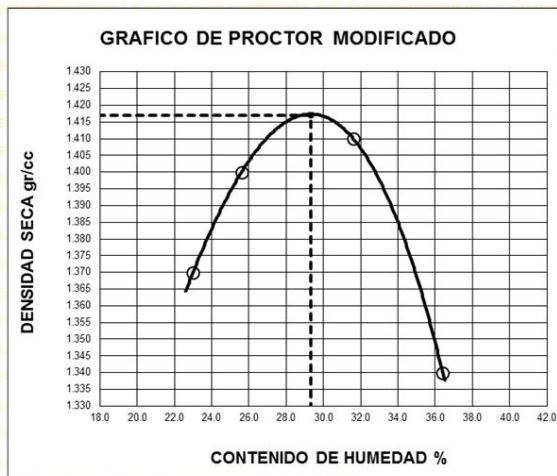
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M A) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M A) + GEOTEXTILES (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	6,205	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	27.92	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	1.42 gr/cm <sup>3</sup>
Conten. humedad óptima	29.34 %

**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 4318-05 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.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.

*(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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayo, Los Olivos, Lima - 2021.

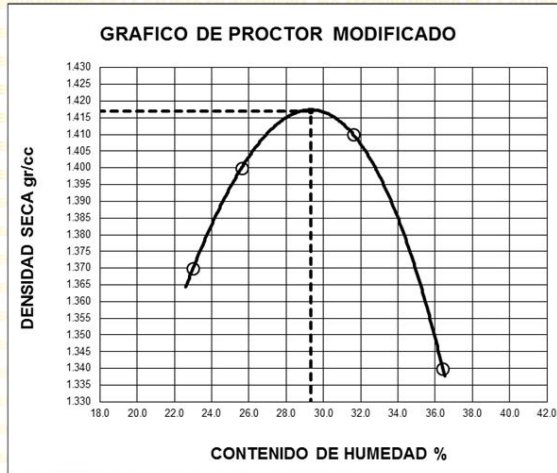
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M B) + geotextiles **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M B) + GEOTEXTILES (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	



<b>Max. densidad seca</b>	<b>Conten. humedad óptima</b>
<b>1.42 gr/cm3</b>	<b>28.92 %</b>

**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 4318-05 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.E.A

Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

Rev.: M.M.F.

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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

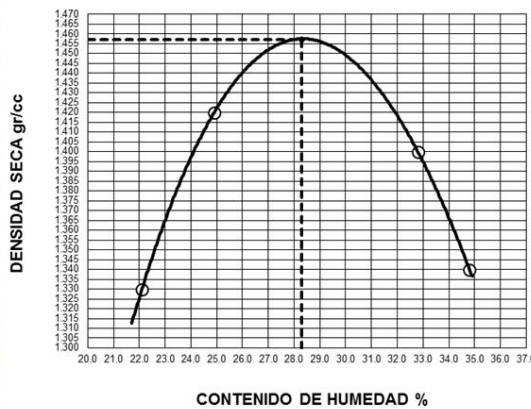
**REFERENCIA** : (M C) + geotextiles **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M C) + GEOTEXTILES (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	

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**



Max. densidad seca  
**1.46 gr/cm3**

Conten. humedad óptima  
**28.28 %**

**REFERENCIA:**

- ASTM 1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM 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.E.A

Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

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



# CBR suelo natural con geotextil

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

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

**EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO**

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**REFERENCIA** : (M A) + geotextiles      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M A) + GEOTEXTILES (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 %

Tec. F. FLORES  
Reg. Nº 176318

Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

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

**MARCO ANTONIO 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° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

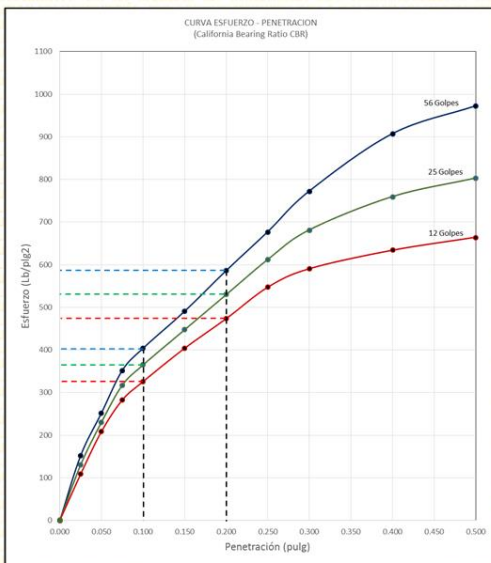
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate, Lima      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**REFERENCIA** : (MB) + geotextiles      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M B) + GEOTEXTILES (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 %



Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

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

**MARCO ANTONIO**  
**MARCO FLORES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 178318





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

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

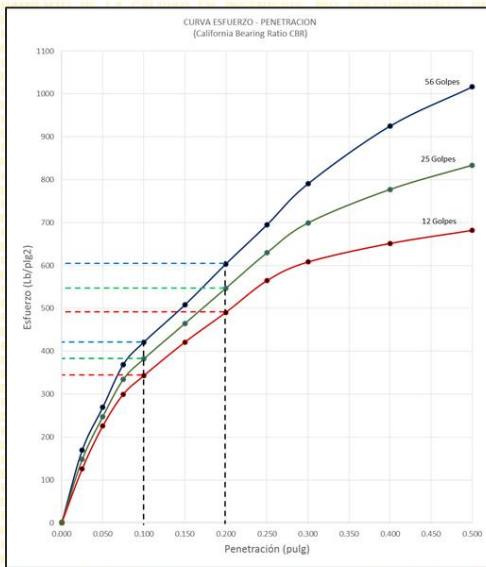
**SOLICITANTE :** Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO :** Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antunez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN :** Ate. Lima

**REFERENCIA :** (M C) + geotextiles      **UBICACIÓN :** Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN :** 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO :** 07 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M C) + GEOTEXTILES  
 (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, 20 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



# Proctor modificado suelo natural con geomalla triaxial



**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** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

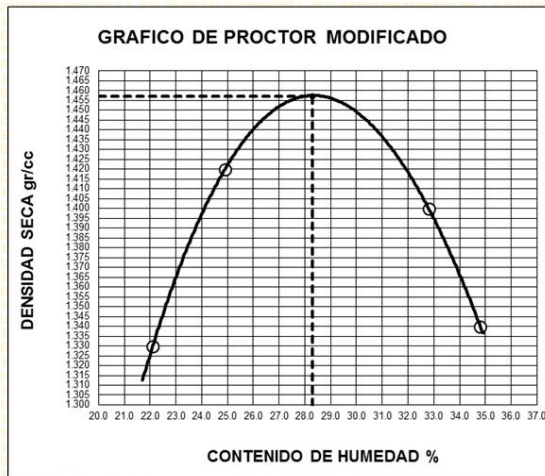
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M D) + geomallas triaxiales      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M D) + GEOMALLAS TRIAXIALES (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	DETERMINACIÓN DE DENSIDAD				
	1	2	3	4	5
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
<b>1.46 gr/cm3</b>	<b>28.28 %</b>

**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 4318-05 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.E.A

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 20 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° 46013-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

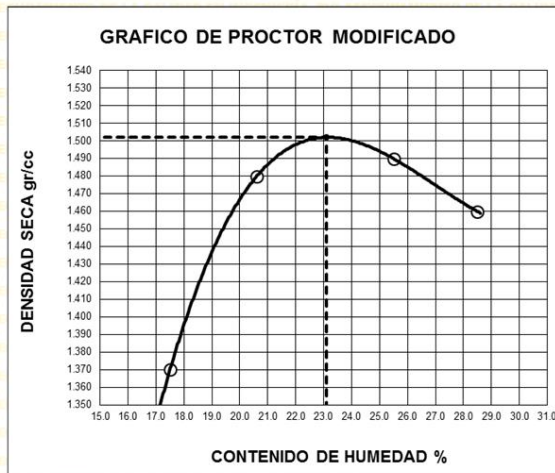
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M E) + geomallas triaxiales **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M E) + GEOMALLAS TRIAXIALES (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
<b>1.50 gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>23.50 %</b>

**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 4318-05 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.E.A

Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

Rev.: M.M.F.

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



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





**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladoil 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** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

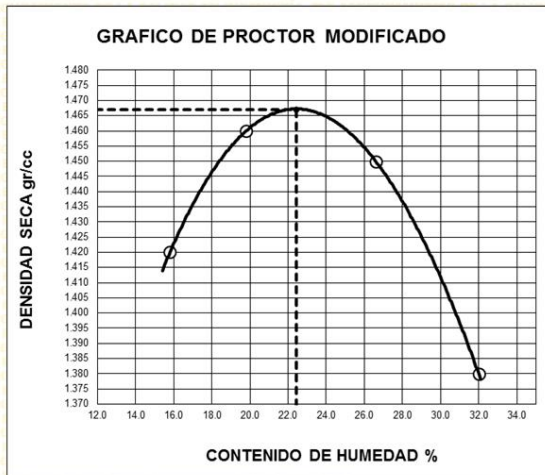
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M F) + geomallas triaxiales      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M F) + GEOMALLAS TRIAXIALES (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/cm<sup>3</sup>**      **22.44 %**

**REFERENCIA:**

- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D422-63-02 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.E.A

Fecha de emisión : Lima, 20 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



# CBR suelo natural con geomalla triaxial



**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

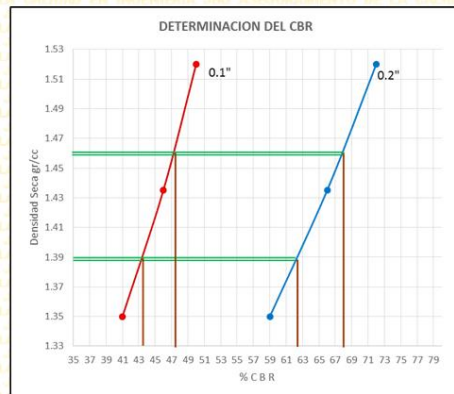
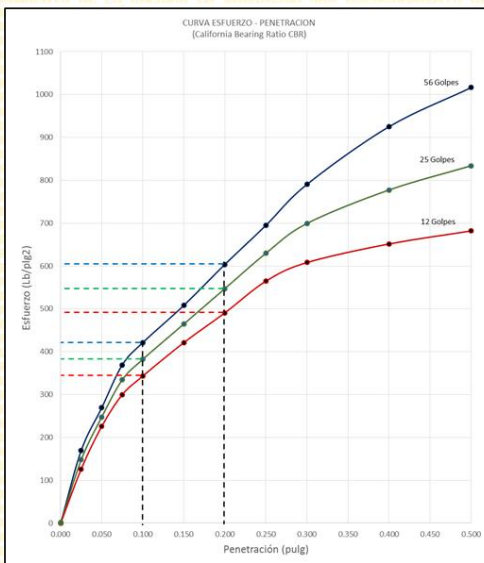
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M/D) + geomallas triaxiales **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M/D) + GEOMALLAS TRIAXIALES (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. E.E.A

Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

Rev. MMF.

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@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 46013-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

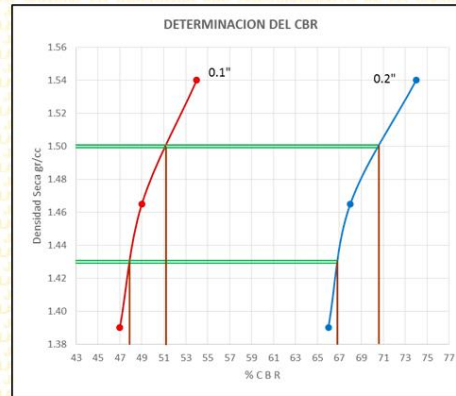
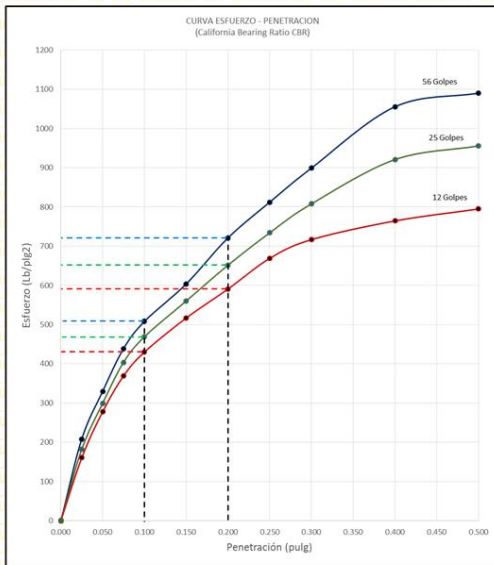
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M/E) + geomallas triaxiales **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M E) + GEOMALLAS TRIAXIALES (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

Fecha de emisión : Lima, 20 de octubre del 2021

Rev.: MMF

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 Valladoid 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**

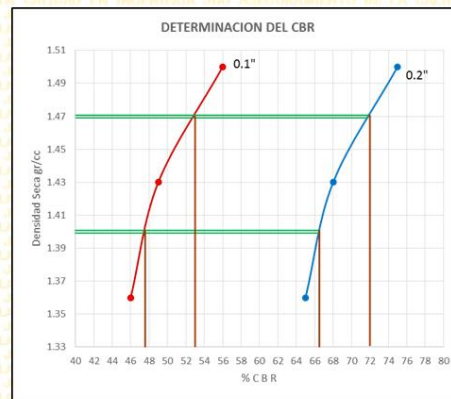
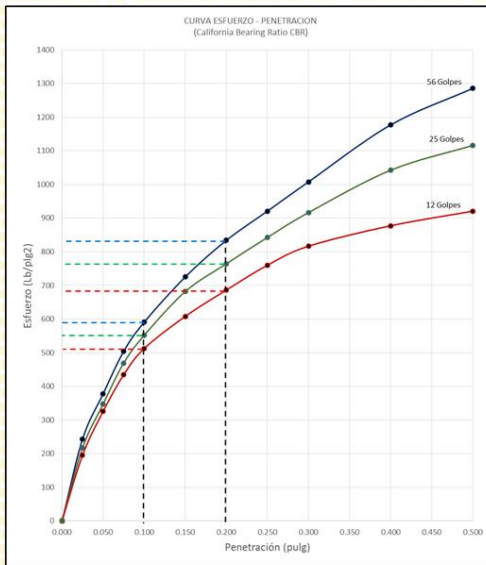
**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M/F) + geomallas triaxiales **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021 **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M F) + GEOMALLAS TRIAXIALES (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"	= 47.81 %
CBR AL 100%	0.2"	= 71.93 %
CBR AL 95%	0.2"	= 66.37 %

Tec: EEA

Fecha de emisión : Lima, 20 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



# Ensayo de corte directo suelo natural



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

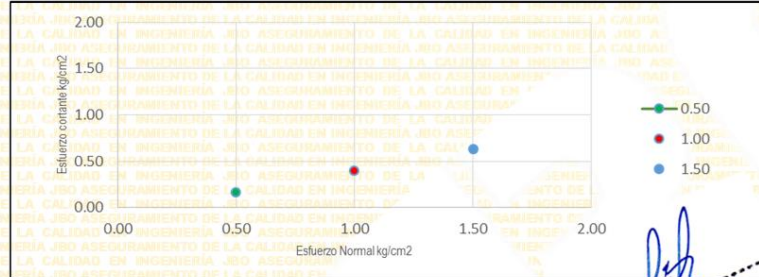
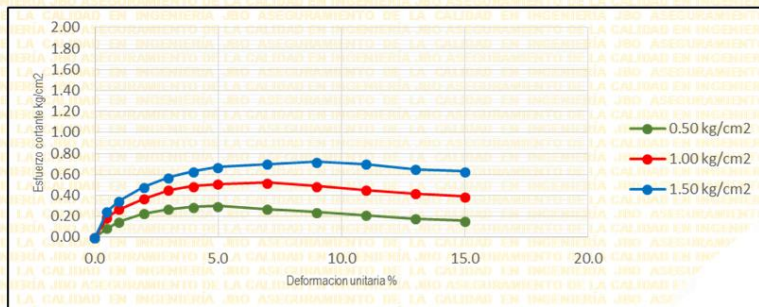
**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M - 1)      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M - 1) (ASTM D - 3080)

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR				Deformación Unitaria	Esfuerzo Cortante	
		A	B	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
Especimen				0.0	0.00	0.00
Lado (cm)		6.30	6.30	0.5	0.09	0.19
Altura (cm)		2.20	2.20	1.0	0.15	0.27
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.33	1.33	2.0	0.23	0.37
Humedad Inicial (%)		27.83	27.83	3.0	0.27	0.45
Humedad Saturado (%)		28.11	28.40	4.0	0.29	0.49
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )		0.50	1.00	5.0	0.30	0.51
				7.0	0.27	0.52
				9.0	0.24	0.49
Angulo de Fricción Interna del Suelo			22.74	11.0	0.21	0.45
Cohesión Aparente del Suelo			0.100 (kg/cm <sup>2</sup> )	13.0	0.18	0.42
Densidad Seca			1.33	15.0	0.16	0.39
Humedad Natural			27.83			



Fecha de emisión: Lima, 20 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



# Ensayo de corte directo suelo natural con geotextil



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

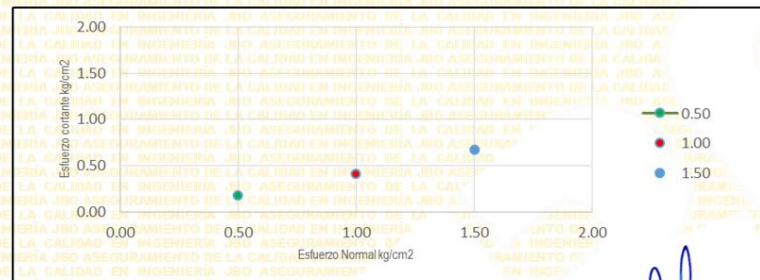
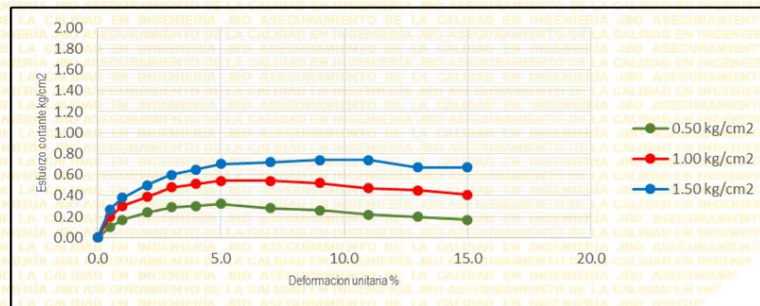
**REFERENCIA** : (M A) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M A) + GEOTEXTILES (ASTM D - 3080)

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR ASTM D - 3080				
Espejmen		A	B	C
Lado	(cm)	6.27	6.27	6.27
Altura	(cm)	2.29	2.29	2.29
Densidad Seca	(g/cm <sup>2</sup> )	1.30	1.30	1.30
Humedad Inicial	(%)	27.86	27.86	27.86
Humedad Saturado	(%)	28.18	28.47	28.14
Esfuerzo Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50
Angulo de Fricción Interna del Suelo		22.77		
Cohesión Aparente del Suelo		0.100 (kg/cm <sup>2</sup> )		
Densidad Seca		1.30		
Humedad Natural		27.86		

Deformación Unitaria (ε-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )			
	0.50	1.00	1.50	2.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.10	0.20	0.27	0.38
1.0	0.17	0.30	0.38	0.46
2.0	0.24	0.39	0.50	0.60
3.0	0.29	0.48	0.60	0.72
4.0	0.30	0.51	0.65	0.78
5.0	0.32	0.54	0.70	0.84
7.0	0.28	0.54	0.72	0.87
9.0	0.26	0.52	0.74	0.89
11.0	0.22	0.47	0.74	0.91
13.0	0.20	0.45	0.67	0.93
15.0	0.17	0.41	0.67	0.95



Tec.: EEA

Fecha de emisión: Lima, 20 de octubre del 2021

v. M...

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 Valladoil 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

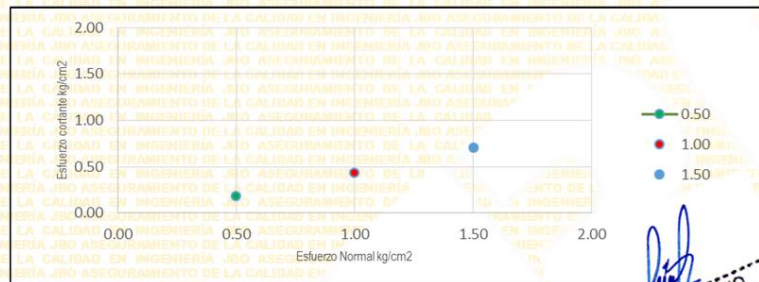
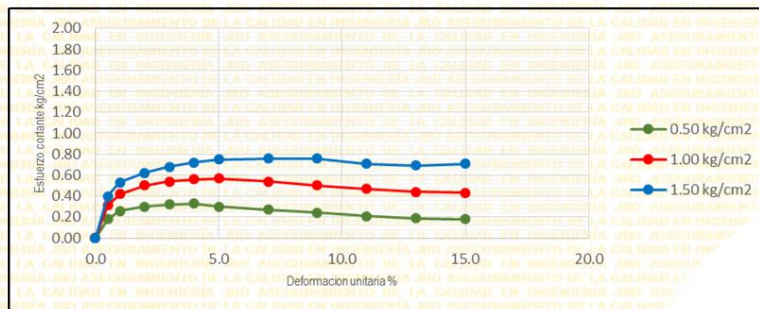
**REFERENCIA** : (M B) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M B) + GEOTEXTILES (ASTM D - 3080)**

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR ASTM D - 3080				
Espedimen		A	B	C
Lado	(cm)	6.29	6.29	6.29
Altura	(cm)	2.22	2.22	2.22
Densidad Seca	(g/cm <sup>2</sup> )	1.32	1.32	1.32
Humedad Inicial	(%)	27.84	27.84	27.84
Humedad Saturado	(%)	28.12	28.41	28.08
Esfuerzo Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50
Angulo de Fricción Interna del Suelo		22.77		
Cohesión Aparente del Suelo		0.100 (kg/cm <sup>2</sup> )		
Densidad Seca		1.32		
Humedad Natural		27.84		

Deformación Unitaria (ε-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
	0.50	1.00	1.50
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.18	0.31	0.40
1.0	0.26	0.42	0.53
2.0	0.30	0.50	0.62
3.0	0.32	0.54	0.68
4.0	0.33	0.56	0.72
5.0	0.30	0.57	0.75
7.0	0.27	0.54	0.76
9.0	0.24	0.50	0.76
11.0	0.21	0.47	0.71
13.0	0.19	0.44	0.69
15.0	0.18	0.43	0.71



Tec. **YB°**  
 v. **YB°**

Fecha de emisión: Lima, 20 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 Valladoild 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Peru  
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

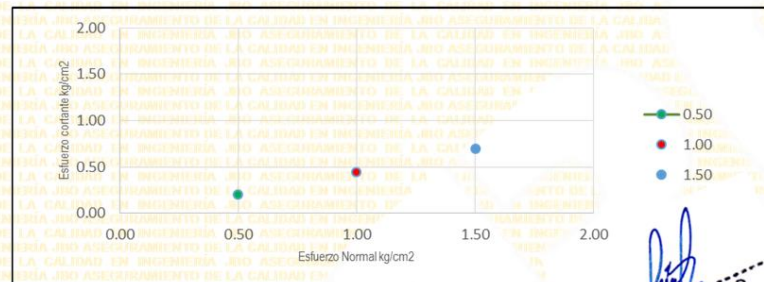
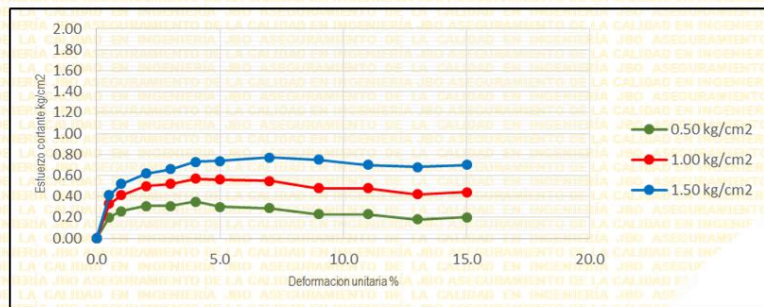
**REFERENCIA** : (M C) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M C) + GEOTEXTILES (ASTM D - 3080)**

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR ASTM D - 3080				
Espejimen		A	B	C
Lado	(cm)	6.31	6.31	6.31
Altura	(cm)	2.19	2.19	2.19
Densidad Seca	(g/cm <sup>2</sup> )	1.34	1.34	1.34
Humedad Inicial	(%)	27.84	27.84	27.84
Humedad Saturado	(%)	28.13	28.42	28.09
Esfuerzo Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50
Angulo de Fricción Interna del Suelo		22.76		
Cohesión Aparente del Suelo		0.100 (kg/cm <sup>2</sup> )		
Densidad Seca		1.34		
Humedad Natural		27.84		

Deformación Unitaria (E-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.20	0.33	0.41
1.0	0.26	0.41	0.52
2.0	0.31	0.50	0.62
3.0	0.31	0.52	0.66
4.0	0.35	0.57	0.73
5.0	0.30	0.56	0.74
7.0	0.29	0.55	0.77
9.0	0.23	0.48	0.75
11.0	0.23	0.48	0.70
13.0	0.18	0.42	0.68
15.0	0.20	0.44	0.70



Fecha de emisión: Lima, 20 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



# Ensayo de corte directo suelo natural con geomalla triaxial



**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° 45954-2021-JBO

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M A) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

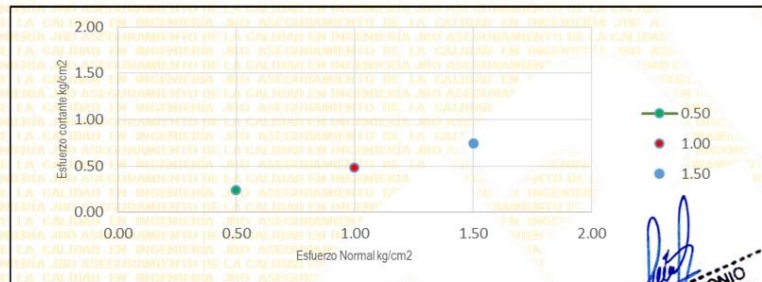
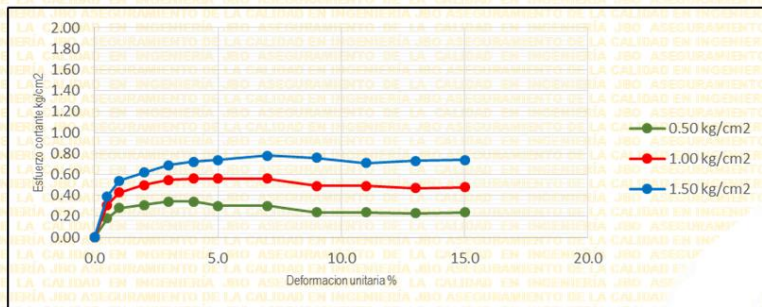
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

### ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M A) + GEOTEXTILES (ASTM D - 3080)

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR ASTM D - 3080				Deformación Unitaria ( $\epsilon$ -%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	
Espejimen		A	B	C		
Lado	(cm)	6.31	6.31	6.31	0.0	0.00
Altura	(cm)	2.19	2.19	2.19	0.5	0.18
Densidad Seca	(g/cm <sup>2</sup> )	1.34	1.34	1.34	1.0	0.28
Humedad Inicial	(%)	27.84	27.84	27.84	2.0	0.31
Humedad Saturado	(%)	28.13	28.42	28.09	3.0	0.34
Esfuerzo Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50	4.0	0.34
					5.0	0.30
					7.0	0.30
					9.0	0.24
					11.0	0.24
					13.0	0.23
					15.0	0.24

Angulo de Fricción Interna del Suelo	22.76	
Cohesión Aparente del Suelo	0.100	(kg/cm <sup>2</sup> )
Densidad Seca	1.34	
Humedad Natural	27.84	



Fecha de emisión: Lima, 20 de octubre del 2021

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

**MARCO ANTONIO  
 FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76318**





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

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

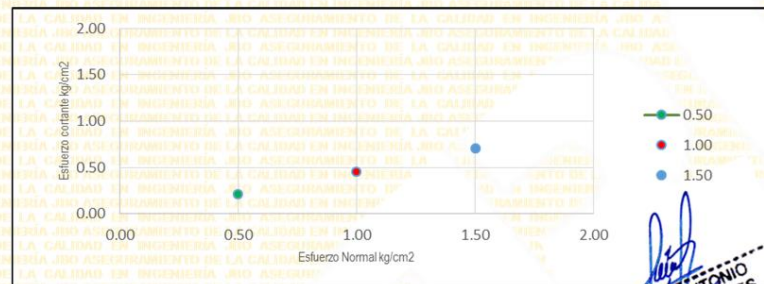
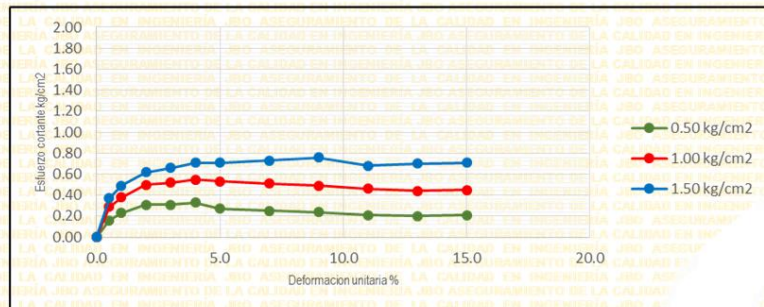
**REFERENCIA** : (MB) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M B) + GEOTEXTILES  
 (ASTM D - 3080)**

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR ASTM D - 3080			
	A	B	C
Lado (cm)	6.32	6.32	6.32
Altura (cm)	2.18	2.18	2.18
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.35	1.35	1.35
Humedad Inicial (%)	27.86	27.86	27.86
Humedad Saturado (%)	28.12	28.41	28.08
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50
Angulo de Fricción Interna del Suelo	22.76		
Cohesión Aparente del Suelo	0.100 (kg/cm <sup>2</sup> )		
Densidad Seca	1.35		
Humedad Natural	27.86		

Deformación Unitaria (ε-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
	0.50	1.00	1.50
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.16	0.29	0.37
1.0	0.23	0.38	0.49
2.0	0.31	0.50	0.62
3.0	0.31	0.52	0.66
4.0	0.33	0.55	0.71
5.0	0.27	0.53	0.71
7.0	0.25	0.51	0.73
9.0	0.24	0.49	0.76
11.0	0.21	0.46	0.68
13.0	0.20	0.44	0.70
15.0	0.21	0.45	0.71



Fecha de emisión: Lima, 20 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° 78318





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

EXPEDIENTE N° 45954-2021-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Cano Barrera, Percy Gonzalo      **PROYECTO** : Estabilización de la subrasante del pavimento utilizando geomallas triaxiales y geotextiles en la Av. Antúnez de Mayolo, Los Olivos, Lima - 2021.

**DIRECCIÓN** : Ate. Lima

**REFERENCIA** : (M C) + geotextiles      **UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos

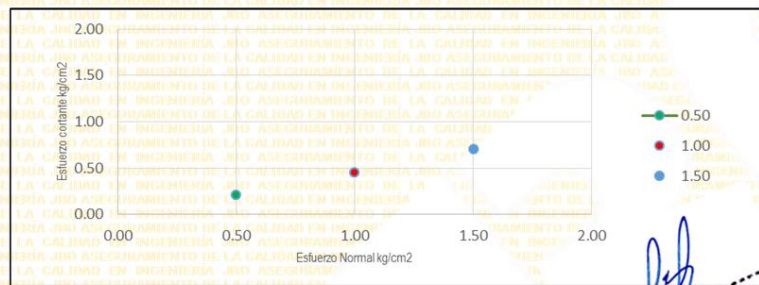
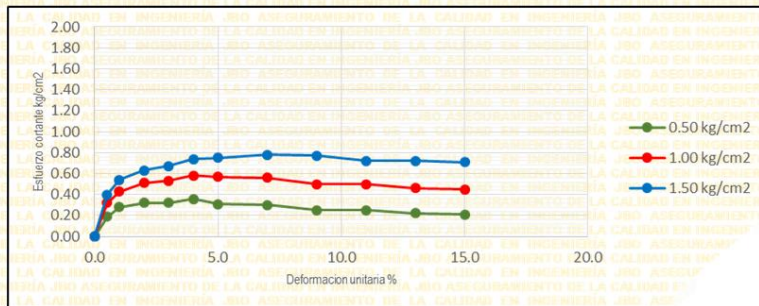
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04 de octubre del 2021      **FECHA DE INICIO** : 07 de octubre del 2021

**ENSAYO DE CORTE DIRECTOR (M C) + GEOTEXTILES  
 (ASTM D - 3080)**

ENSAYO DE CORTE DIRECTOR ASTM D - 3080				
Especimen		A	B	C
Lado	(cm)	6.33	6.33	6.33
Altura	(cm)	2.22	2.22	2.22
Densidad Seca	(g/cm <sup>2</sup> )	1.34	1.34	1.34
Humedad Inicial	(%)	27.85	27.85	27.85
Humedad Saturado	(%)	28.12	28.41	28.08
Esfuerzo Normal	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50

Angulo de Fricción Interna del Suelo	22.76
Cohesión Aparente del Suelo	0.100 (kg/cm <sup>2</sup> )
Densidad Seca	1.34
Humedad Natural	27.85

Deforcación Unitaria (E-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )			
	0.50	1.00	1.50	2.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.19	0.32	0.40	
1.0	0.28	0.43	0.54	
2.0	0.32	0.51	0.63	
3.0	0.32	0.53	0.67	
4.0	0.36	0.58	0.74	
5.0	0.31	0.57	0.75	
7.0	0.30	0.56	0.78	
9.0	0.25	0.50	0.77	
11.0	0.25	0.50	0.72	
13.0	0.22	0.46	0.72	
15.0	0.21	0.45	0.71	



Fecha de emisión: Lima, 20 de octubre del 2021

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

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